



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE DE TRÁFEGO EM UMA ROTATÓRIA NO MUNICÍPIO DE
ESTRELA/RS UTILIZANDO MICROSSIMULAÇÃO**

Aline Link

Lajeado, junho de 2020

Aline Link

ANÁLISE DE TRÁFEGO EM UMA ROTATÓRIA NO MUNICÍPIO DE ESTRELA/RS UTILIZANDO MICROSSIMULAÇÃO

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de Engenheiro(a) Civil.

Orientador(a): Prof.^a Ma. Carolina Becker
Pôrto Fransozi.

Lajeado, junho de 2020

Aline Link

ANÁLISE DE TRÁFEGO EM UMA ROTATÓRIA NO MUNICÍPIO DE ESTRELA/RS UTILIZANDO MICROSSIMULAÇÃO

A Banca examinadora abaixo aprova a Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, na linha de formação específica em Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para obtenção de grau de Bacharel em Engenharia Civil:

Prof^a. Ma. Carolina Becker Pôrto Fransozi -
Orientadora
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Dr. João Rodrigo Guerreiro Mattos
Universidade do Vale do Taquari – Univates

Prof. Me. Matheus Lemos Nogueira
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Lajeado, 10 de julho de 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por me dar força e sabedoria para superar todos os momentos difíceis que me deparei durante a graduação.

À minha mãe Clair que foi essencial na minha trajetória até aqui, pela criação que me deste em meio a tantas dificuldades, e à minha irmã Alice.

Ao meu namorado Emerson que sempre esteve do meu lado, por entender as situações, pela compreensão e cumplicidade nestes anos de graduação e, principalmente esse último, por sempre me apoiar, mesmo quando não tinha outra alternativa.

Às minhas amigas Jéssica e Thaís, que me acompanharam em boa parte da graduação tornando-a mais alegre, por sempre estarem dispostas a ajudar pelo “VAI DAR TUDO CERTO AMIGA”, “TÁ NO PRAZO”, “TEM TEMPO”, pelas risadas, pelas crises, a Katiuce pelos inúmeros *WhatsApp* trocados nesse último semestre, a professora Débora pela amizade construída, só tenho a agradecer por fazerem parte da minha vida.

Ao Engenheiro Civil Cristian Cândido por todas as dicas com o *software*.

Ao Ms. Ednardo de Oliveira Ferreira que gentilmente se dispôs a me auxiliar com o *software*.

À minha orientadora Ma. Carolina Becker Pôrto Fransozi, pela excepcional orientação, compreensão, dedicação, pela amizade que se formou, por entender os

meus prazos, pelo “VAI DAR TUDO CERTO”, “NÃO FICA NERVOSA”, “TU SABES”,
tenha certeza que te levarei para a vida.

RESUMO

Com o crescimento das cidades e, conseqüentemente, o aumento do número de veículos que trafegam pelas vias, fica evidente o quão necessário é uma boa mobilidade urbana e um bom planejamento. A mobilidade urbana é o deslocamento de pessoas em um determinado espaço. Esse deslocamento ocorre por meio de veículos e infraestrutura (vias e calçadas), que possibilitam o ir e vir do cotidiano. O presente estudo consiste em conhecer a atual situação de tráfego em uma rotatória na área central do município de Estrela-RS, visando prever e propor cenários por meio de microsimulação com o auxílio do *software Simulation of Urban Mobility – SUMO*. As contagens foram realizadas nas terças e sextas-feiras no período da manhã e tarde entre os horários das 7 horas às 8 horas e das 17 horas e 30 minutos às 18 horas e 30 minutos. Os resultados obtidos demonstraram que, na análise do cenário atual, a via ainda suporta o número de veículos. Com relação ao cenário 1, verificou-se que é o mais favorável para o local estudado, com a rotatória sendo preferencial, pois seus parâmetros foram satisfatórios nas simulações em relação ao cenário atual. Foi verificado, ainda, que não pode-se descartar a possibilidade do cenário 2, com implantação semaforizada, pois observou-se melhora, porém significativa que o cenário 1, em relação ao cenário atual. Não se descarta, contudo, que no futuro será necessária uma nova análise do local a ser estudado.

Palavras-chave: Congestionamento. Microsimulação de tráfego. Rotatória. SUMO.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	8
1.1 Problema de pesquisa.....	9
1.2 Objetivos.....	9
1.2.1 Objetivo geral.....	9
1.3 Justificativa da pesquisa.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Mobilidade Urbana.....	11
2.2 Estudo das movimentações no trânsito.....	12
2.2.1 Movimentos em rotatórias ou mini rotatória.....	13
2.3 Tipos de rotatórias.....	17
2.3.1 Legislação para rotatórias.....	21
2.4 Sinalização Semafórica.....	24
2.5 Contagem volumétrica.....	25
2.6 Hora de Pico.....	27
2.7 Fluxo ou Volume de tráfego.....	30
2.8 Simulação por meio de programas computacionais.....	31
2.8.1 Modelo Mesoscópico.....	32
2.8.2 Modelo Macroscópico.....	33
2.8.3 Modelo Microscópico.....	33
2.9 Software SUMO.....	33
2.10 Simulações utilizando o SUMO.....	38
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.1 Caracterização da área de estudo.....	40
3.2 Métodos.....	43
3.2.1 Contagem de veículos.....	43
3.2.1.1 Pontos de contagem.....	44
3.2.3 Microsimulação do tráfego.....	45
3.2.4 Cenários avaliados.....	48

3.2.4.1 Cenário atual.....	48
3.2.4.2 Cenário 1.....	48
3.2.4.3 Cenário 2.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4.1 Contagem de veículos.....	49
4.2 Fator de hora pico (FHP)	53
4.3 Microssimulação.....	53
4.3.1 Análise do cenário atual.....	55
4.3.3 Análise do cenário 2.....	55
4.4 Comparação dos cenários analisados.....	55
5 CONCLUSÕES.....	60
5.1 Recomendação para trabalhos futuros.....	60
REFERÊNCIAS.....	62
APÊNDICES.....	68
ANEXOS.....	72

INTRODUÇÃO

O transporte individual se tornou cada vez mais popularizado e, com isso, o aumento do número de veículos que trafegam pelas vias. Como consequência, alguns fatores negativos podem ser constatados, como o aumento dos congestionamentos e de acidentes de trânsito, causando a redução da qualidade de vida da população (VASCONCELOS, 2012).

Com o crescimento da frota, passou-se a observar a grande falta de projetos para mobilidade urbana, com uma circulação cada vez maior e vias sem planejamento. Muito se diz que esta falta de planejamento é somente um problema das grandes metrópoles, porém, em cidades de médio porte ocorre da mesma forma gerando, assim, um mal-estar coletivo, que é o resultado dos congestionamentos que ocorrem no horário de pico. Entretanto, com todos os problemas existentes, a mobilidade urbana ainda é um assunto pouco comentado (DE PAULA et al., 2016).

Silva et al. (2016) expõem que o crescimento rápido das cidades tem ocasionado grandes problemas de mobilidade urbana, gerando grandes conflitos e congestionamentos. Conforme Lima (2012), os órgãos gestores de trânsito buscam reduzir estes problemas com soluções rápidas e de baixo custo, a partir de projetos de readequação viária e sinalização, que, atualmente, são aplicados como soluções mais eficazes para minorar estes efeitos negativos. Diante desses aspectos, um estudo sobre a engenharia de tráfego que implica em uma solução com simulações de tráfego para o dilema urbano se faz necessário.

As simulações por meio de programas computacionais são uma alternativa para analisar e planejar a infraestrutura e a mobilidade nas cidades. Uma possibilidade é a utilização de *softwares* para simular diferentes situações. Os simuladores de tráfego são *software* que representam um sistema viário, simulando uma situação de trânsito ao longo tempo, o qual tem a função de prever alterações ou modificações no fluxo (DOURADO et al. 2016).

Lima (2012) define as simulações de tráfego como melhorias baseadas em alternativas, na qual é representado os fluxos de saturação, que são dependentes da largura e declividade da faixa de tráfego, volume de tráfego e tempos perdidos em mudança de faixas.

Visto a necessidade de alternativas de melhoria na mobilidade urbana, o presente trabalho consiste em um estudo, cujo objetivo será analisar um cruzamento que possui uma mini-rotatória no município de Estrela/RS, visando mitigar a situação atual de congestionamento em horário de pico.

1.1 Problema de pesquisa

Como melhorar a situação de congestionamento observada nos horários de pico para um cruzamento localizado no município de Estrela/RS?

1.2 Objetivos

A seguir são apresentados os objetivos desta pesquisa, visando atender o problema levantado.

1.2.1 Objetivo geral

Analisar diferentes cenários para o cruzamento das Ruas Coronel Müssnich e Coronel Brito no bairro Centro, em Estrela/RS, por meio de simulações computacionais.

1.2.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- a) Avaliar o tráfego que circula no local;
- b) Medir o desempenho do tráfego atual, por meio de simulações computacionais;
- c) Comparar, diferentes cenários para o cruzamento objeto deste estudo;
- d) Propor melhorias para a infraestrutura para o controle de tráfego, principalmente no horário de pico.

1.3 Justificativa da pesquisa

Os *softwares* são utilizados para analisar o comportamento do tráfego, sendo umas das melhores alternativas para observar um sistema de tráfego, consequentemente é a melhor opção para minimizar e corrigir prováveis problemas. Pode-se dizer que a utilização dos simuladores são uma ótima alternativa de baixo custo, devido a possibilidade de utilização de programas de fonte aberta (HALLMANN, 2011).

O sistema viário no Centro na cidade de Estrela/RS, a escolha deste local é o resultado de uma matéria publicada pelo jornal O Informativo no ano de 2019 conforme Anexo A, onde cita que a comunidade pede uma solução a prefeitura do município, pois conforme relatos no cruzamento ocorre congestionamento no horário de pico e acidentes.

Os simuladores computacionais de tráfego vêm sendo cada vez mais usados pelos engenheiros, a fim de analisar situações reais e propor alternativas para resolver problemas do cotidiano das cidades. Desta maneira, consiste em comparar a atual e futura situação do cruzamento do município com o auxílio do *software* SUMO.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo será realizada uma revisão bibliográfica para melhor entendimento do tema escolhido, esclarecendo a importância dos conteúdos que constituem a mobilidade urbana, sinalização semafórica e a utilização de *software* para a realização de microsimulação.

2.1 Mobilidade Urbana

Segundo Santoro (2005), a mobilidade urbana é o deslocamento de pessoas em um determinado espaço. Esse deslocamento ocorre por meio de veículos e infraestrutura (vias e calçadas), que possibilitam o ir e vir do cotidiano. Portanto, pode-se dizer que a mobilidade urbana é a organização da cidade, assegurando o acesso das pessoas e bens que ela oferece, não exclusivamente os meios de transporte e o trânsito.

Para Hoel et al. (2017), o transporte é o movimento das pessoas e bens para o atendimento de necessidades básicas da população que implica na mobilidade, assim como acessibilidade. Brasil (2012) define acessibilidade como as condições do indivíduo de se locomover em diferentes pontos das cidades, com autonomia e segurança, assegurando completa mobilidade do usuário. Por sua vez, a mobilidade urbana pode ser entendida como a facilidade nos deslocamentos.

Barreto et al. (2016) citam que a mobilidade está relacionada pela interação entre modalidades, infraestrutura e serviços de transporte, a fim de promover a

movimentação de pessoas e de bens de forma harmônica nas cidades. Porém, com o crescimento das mesmas, com o fluxo de veículos, a falta de planejamento e infraestrutura, a harmonia nas cidades se torna ameaçada, gerando assim os temidos congestionamentos.

O congestionamento é um fenômeno físico que está relacionado ao modo que a demanda dos veículos ser maior que a capacidade da infraestrutura, gerando um efeito de dificuldade de avanço dos veículos na via, por estar próxima da saturada. Os congestionamentos ocorrem em momentos específicos, em função a variação da demanda, dos dias da semana, horas do dia, eventos e feriados, ou por fatores casuais, como acidentes, condições climáticas, fiscalização, condições da pista e topografia (RAIA JR. et al., 2008).

Os congestionamentos podem ser relacionados às filas, pois geram os mesmos aborrecimentos aos usuários, em ter que esperar a sua vez de passagem em cruzamentos e rotatórias (OLIVEIRA et al. 2017).

Desta maneira a engenharia de tráfego vem para solucionar os problemas nos grandes e médios centros, conforme Floriani (2017), que o engenheiro de tráfego trata o planejamento do tráfego, os projetos e operações nas vias, a fim de promover segurança e conveniência.

2.2 Estudo das movimentações no trânsito

Segundo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (DNIT, 2005), as correntes de tráfego são compostas por um conjunto de veículos que circulam no mesmo sentido em uma mesma pista. Essa movimentação pode ser afetada de diversas maneiras, como, largura, números das faixas de rolamento, frequência de interseções e sinalização.

Conforme DNIT (2010), interseção é o entroncamento ou cruzamento de duas ou mais vias, podendo gerar conflitos divergentes ou convergentes. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito - Volume V do Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito (CONTRAN, 2014), cita que as vias que se interceptam em uma

interseção são classificadas como principais e secundárias. As principais são aquelas que tem o maior volume de tráfego em relação às que se interceptam e as secundárias são as demais.

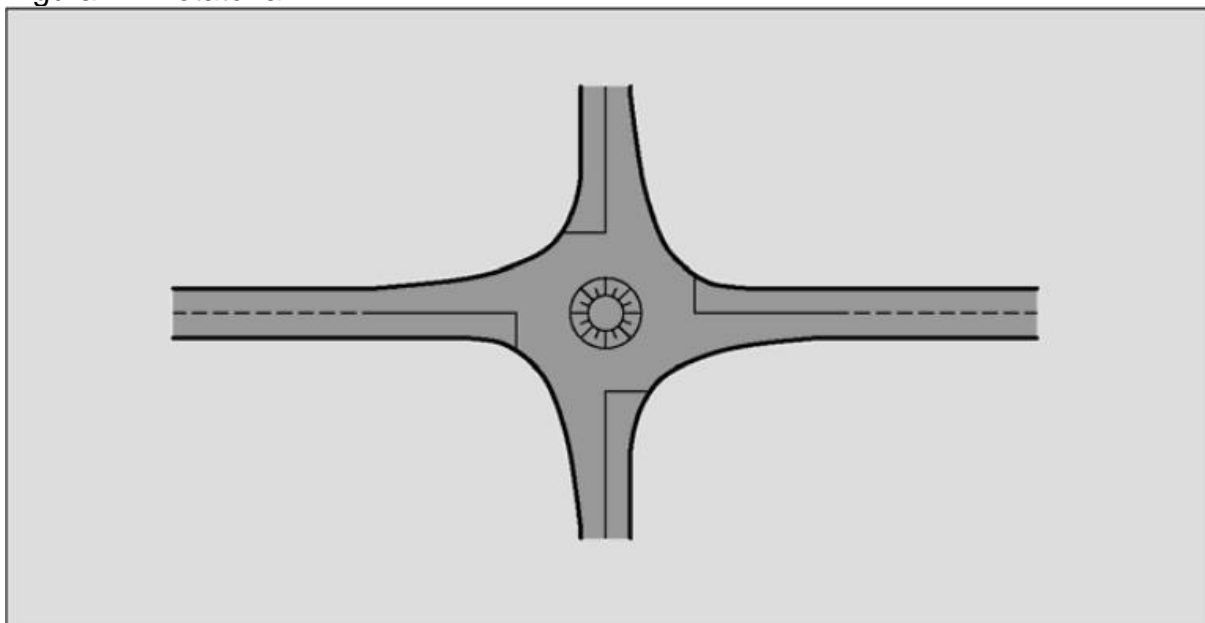
De acordo com Coelho (2012), o tipo de interseção e seu projeto geométrico devem garantir a circulação dos veículos, manter a capacidade e nível de serviço das vias, a fim de garantir a segurança viária em locais de correntes de fluxo onde ocorre interferência de outras correntes, não esquecendo da existência de pedestres e sua necessidade de travessia. Outro fator determinante é a presença de ciclistas que, muitas vezes, circulam juntos dos veículos, em ciclovias ou ciclofaixas.

Para um estudo mais a fundo nos movimentos das rotatórias, no próximo item será abordado com mais clareza os movimentos que há em uma rotatória e os possíveis sentidos que os veículos possam realizar.

2.2.1 Movimentos em rotatórias ou mini rotatória

Conforme Manual de Projeto de Interseções (DNIT, 2005), rótula é um conjunto de circulações de sentido único em torno de uma área central, conforme Figura 1, com entrada de acesso por sinalização vertical ou marcas no pavimento com indicação de dar preferência ao tráfego que se aproxima.

Figura 1 - Rotatória



Fonte: DNIT (2005).

Segundo o DNIT (2005), nas rotatórias, ao contrário dos cruzamentos, são executadas manobras entrecruzamentos, onde os veículos giram em torno das áreas centrais.

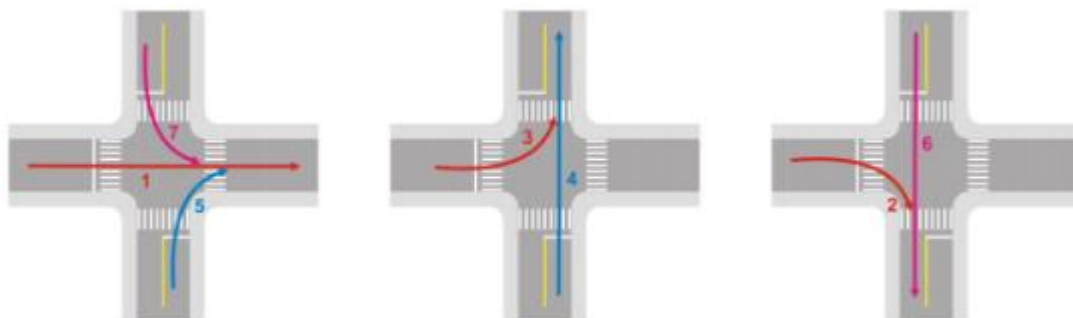
Conforme Raia Jr. et al. (2008), as rotatórias são consideradas um dispositivo para a segurança, onde o fluxo de veículos é ordenado e canalizado em interseções viárias. São usadas em locais com diversos fluxos de tráfego, onde há cruzamentos de vias.

Segundo DNIT (2006), são projetadas com o intuito de reduzir a velocidade dos veículos, com o objetivo de ceder passagem aos veículos que circulam em torno da ilha central. Desta maneira, são projetadas com pequenas saliências e estreitamentos nas saídas e entradas e, ainda, na parada obrigatória.

Além do movimento em rotatórias citados no item anterior há, ainda, mais quatro movimentos que constituem um cruzamento, sendo eles os movimentos convergentes, divergentes, interceptantes e os não-interceptantes.

O movimento convergente, segundo o DNIT (2005), é aquele que tem trajetórias de origem diferentes de duas ou mais vias, formando uma única corrente e um único destino conforme Figura 2.

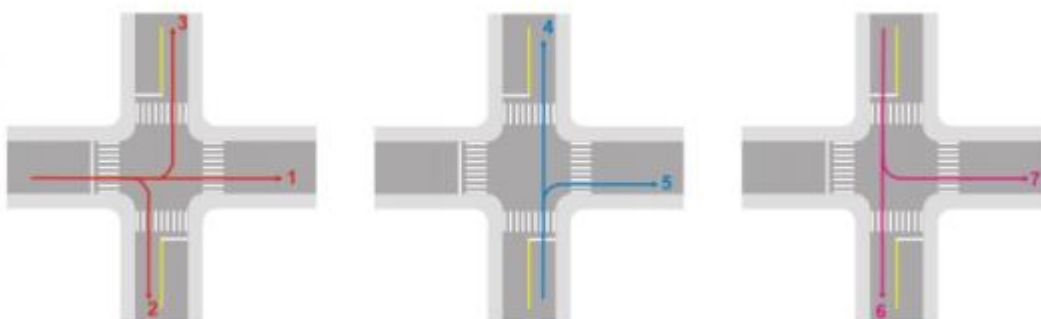
Figura 2 - Movimentos convergentes



Fonte: CONTRAN (2014).

Os movimentos divergentes, de acordo com CONTRAN (2014), são aqueles onde os veículos trafegam na mesma origem, porém seus destinos são diferentes, podendo ocorrer longas filas que se dividem formando caminhos independentes, conforme Figura 3.

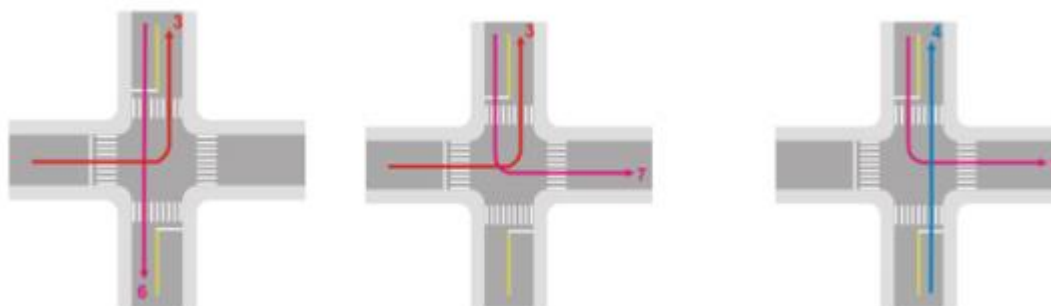
Figura 3 - Movimentos divergentes



Fonte: CONTRAN (2014).

Os movimentos interceptantes, de acordo com CONTRAN (2014), são movimentos em que os veículos de uma via cruzam a outra via, conforme Figura 4. Neste tipo de movimento é preciso ter um maior cuidado pois os veículos de uma via vão trafegar nos intervalos da outra.

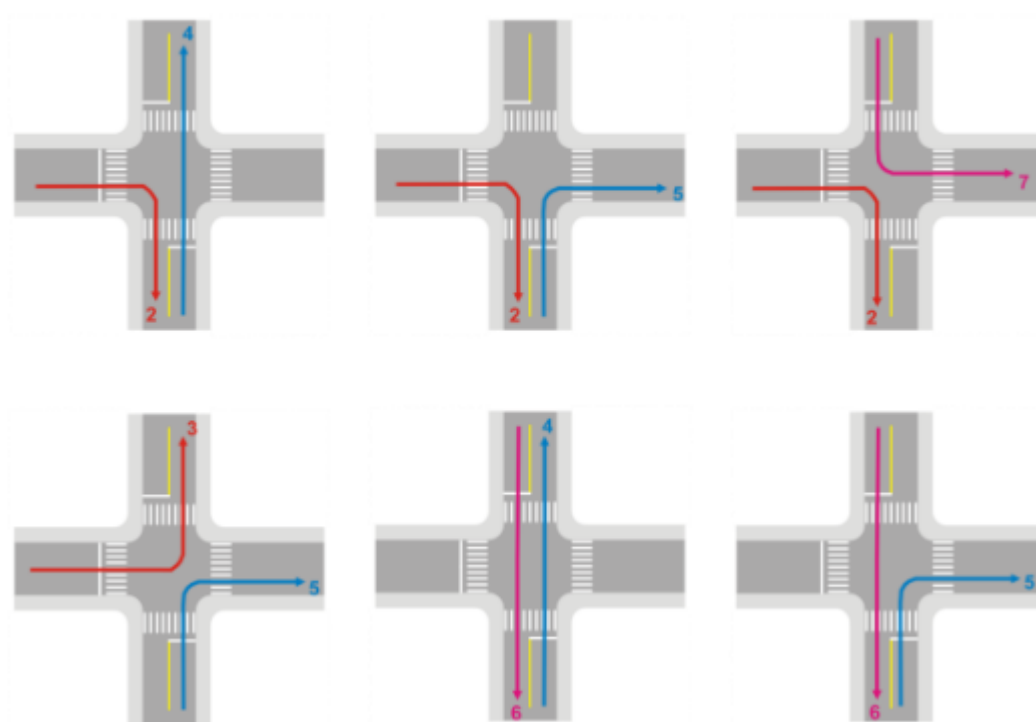
Figura 4 - Movimentos interceptantes



Fonte: CONTRAN (2014).

Os movimentos não-interceptantes, de acordo com CONTRAN (2014), às trajetórias não se encontram em nenhum cruzamento, conforme Figura 5. Portanto, esse movimento é considerado o mais seguro para os veículos que ali trafegam.

Figura 5 - Movimentos não-interceptantes



Fonte: CONTRAN (2014).

Com o contexto apresentado, pode-se observar o quão importante são as interseções de movimentos em cruzamentos, onde a mesma deve ser realizada de maneira a auxiliar no fluxo das vias em maior horário de pico, deixando assim as mesmas mais seguras aos condutores e pedestres.

Desta maneira, no item seguinte serão apresentados os tipos de rotatórias, visando compreender a importância da mesma no momento de sua implantação e de seu funcionamento.

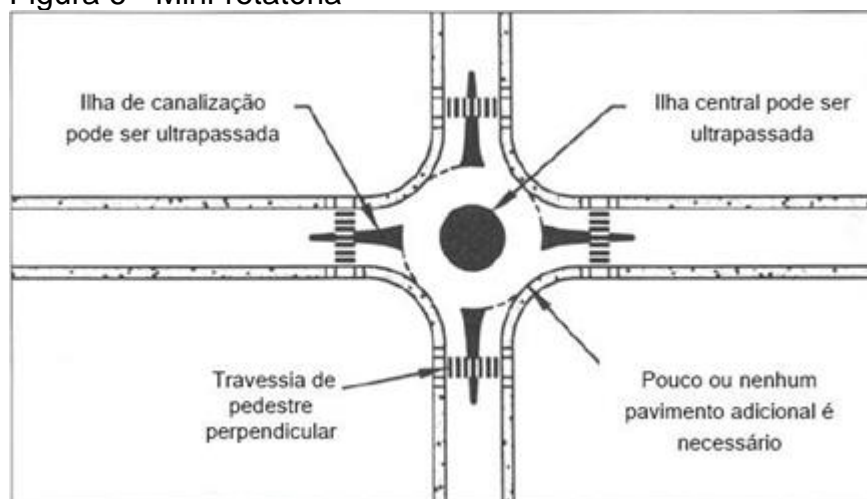
2.3 Tipos de rotatórias

Conforme Robinson (2000), as rotatórias são elementos na infraestrutura viária definidos (na fase de projeto) de acordo com o tamanho e o ambiente no qual serão inseridos, a fim de facilitar questões específicas de desempenho no trânsito de veículos. As rotatórias são classificadas em seis categorias, nas quais são discriminados o ambiente, número de faixas e dimensões.

A seguir será apresentada uma classificação para os tipos de rotatórias (BARED, 2000).

a. Mini-rotatórias: são rotatórias pequenas construídas em ambientes urbanos de baixa velocidade (aproximadamente 60 Km/h) com diâmetro de 1 a 4 metros. Devido ao seu tamanho ser reduzido, os veículos muito largos podem atravessar a ilha central. No entanto, as mini-rotatórias são projetadas para a organização dos automóveis exigindo que os motoristas conduzam os veículos em torno da ilha central. Elas são recomendadas quando não há passagem suficiente para uma rotatória compacta urbana. São consideradas rotatórias de baixo custo porque, geralmente, exigem um mínimo de pavimento na sua construção. A capacidade para esse tipo de rotatória é muito semelhante à das rotatórias urbanas compactas. A Figura 6 fornece um exemplo de uma mini-rotatória;

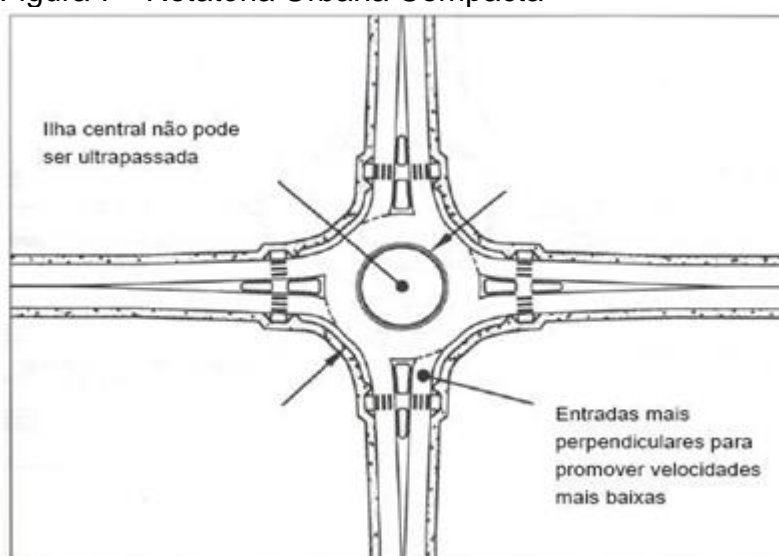
Figura 6 - Mini-rotatória



Fonte: Costa (2010).

b. Rotatória Urbana Compacta: é recomendada para favorecer pedestres e ciclistas, sendo que requer uma velocidade baixa para fazer o contorno. Possui apenas uma faixa de entrada. Seu objetivo é fornecer segurança aos pedestres e ciclistas, sendo que os mesmos têm a proteção de permanecer no centro da mesma. Com diâmetro de variando entre 30 a 37 metros. Ao contrário da mini-rotatória está apresentada uma ilha central relativamente elevada, não permitindo a passagem dos veículos pela ilha central. Na Figura 7 apresenta-se um exemplo de uma rotatória urbana compacta.

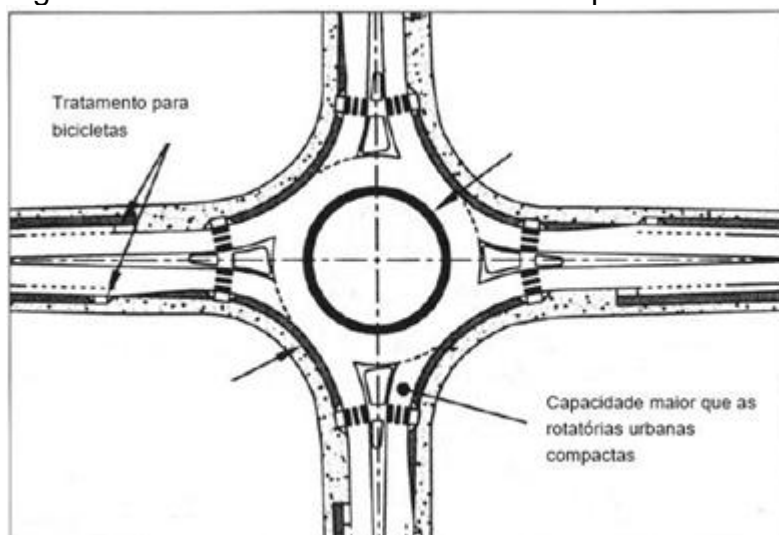
Figura 7 - Rotatória Urbana Compacta



Fonte: Costa (2010).

c. Rotatória Urbana de Faixa Simples: se caracteriza por ter uma faixa de entrada em todas as vias de acesso e uma faixa circulatória. Seu círculo central tem um diâmetro entre 37 a 45 metros, suas entradas e saídas são tangenciais em relação a ilha de circulação conforme Figura 8, o que aumenta sua velocidade de operação. Seu projeto geométrico que a ilha de canalização e a central sejam elevadas;

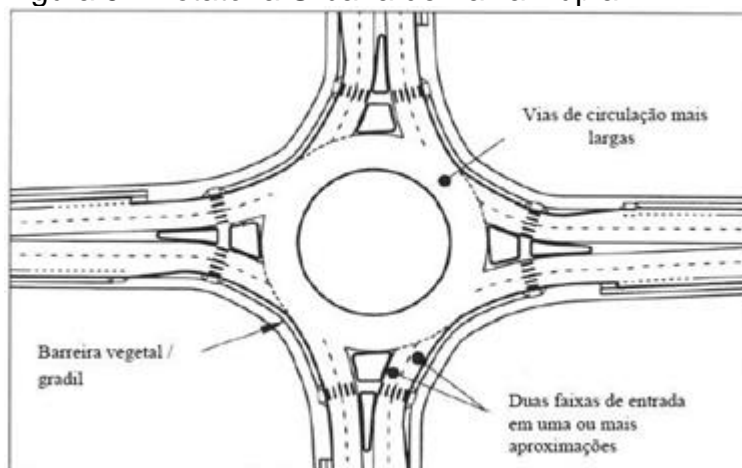
Figura 8 - Rotatória Urbana de Faixa Simples



Fonte: Costa (2010).

d. Rotatória Urbana de Faixa Dupla: é dimensionada para mínimo uma faixa de entrada e duas faixas de saída por sentido, a fim de que veículos possam circular lado a lado. As velocidades na entrada, na via circulatória e na saída são semelhantes às das rotatórias urbanas de pista única e com diâmetro maior. Seu projeto geométrico poderá abranger um divisor de fluxo elevado e uma ilha central elevada (FIGURA 9);

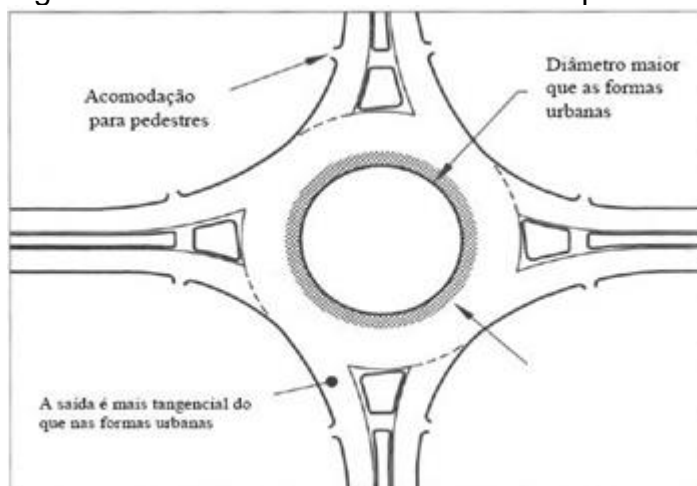
Figura 9 - Rotatória Urbana de Faixa Dupla



Fonte: Costa (2010).

e. Rotatória Rural de Faixa Simples: ao contrário das demais, sua velocidade é alta, em torno de 80 a 100 Km/h. Seu diâmetro é maior do que as das rotatórias urbanas, para permitir velocidades um pouco mais altas nas entradas, na via circulatória e nas saídas. Seu projeto geométrico poderá incluir ilhas com divisórias e elevadas (FIGURA 10).

Figura 10 - Rotatória Rural de Faixa Simples

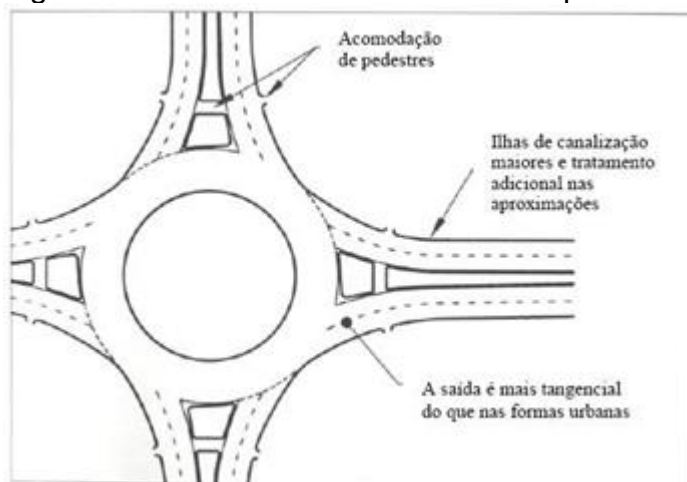


Fonte: Costa (2010).

f. Rotatória Rural de Faixa Dupla: suas características são similares as rotatórias urbanas de faixa simples, porém sua diferença é em questão ao número de faixas, sendo que tem duas faixas de entrada ou que passam de uma para duas,

em um ou mais acessos. A principal diferença é a velocidade um pouco superior e o diâmetro maior. A Figura 11, fornece um exemplo da rotatória rural de faixa dupla.

Figura 11 - Rotatória Rural de Faixa Dupla



Fonte: Costa (2010).

Dentre as categorias apresentadas, este estudo vai tratar, especificamente, da mini-rotatória, pois a mesma é o elemento físico encontrado na área de estudo, principalmente pelas as dimensões, no entanto, no local de estudo não é possível verificar que os veículos largos podem atravessar a ilha central, o que acontece no local é do veículo precisa manobrar para não ter o problema de colidir com a grade de segurança dos pedestres.

2.3.1 Legislação para rotatórias

Conforme definido pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB, 2008, p. 24), Artigo 29, Inciso III:

Quando veículos, transitando por fluxos que se cruzem, se aproximarem de local não sinalizado, terá preferência de passagem:

- a) no caso de apenas um fluxo ser proveniente de rodovia, aquele que estiver circulando por ela;
- b) no caso de rotatória, aquele que estiver circulando por ela;
- c) nos demais casos, o que vier pela direita do condutor.

O CTB (2008) cita que, em rotatórias de vias urbanas, nem sempre é cumprido as regras impostas, com isso os números de acidentes aumentam. Muitas vezes o que influencia os acidentes em rotatórias é a falta de sinalização correta.

O Departamento de Estradas de Rodagem - SC (DER-SC, 2000, p. 21), cita que para o bom desempenho das rotatórias: “ o direcionamento do tráfego sobre a pista da rotatória deve ser instalado em frente de cada entrada, sobre a ilha da rotatória, a placa de “Sentido Obrigatório para a Direita””.

Conforme Conselho Nacional de Trânsito - Sinalização Vertical de Regulamentação (CONTRAN, 2007), a regulamentação das sinalizações que devem compor uma rotatória são a sinalização R-1 (FIGURA 12), que assinala que o condutor deve parar o veículo antes de entrar ou cruzar uma via urbana. Para locais onde se tem uma boa visibilidade a instalação da sinalização vertical deve ser feita no lado direito, o mais próximo do ponto de parada da via urbana, já para locais onde a baixa visibilidade a instalação vertical deve ser feita no lado esquerdo das vias urbanas.

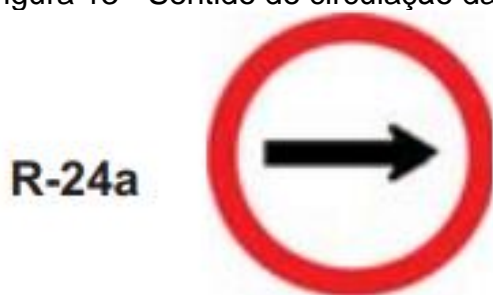
Figura 12 - Parada Obrigatória R-1



Fonte: CONTRAN (2007).

Para sinalizar o sentido de circulação da via utiliza-se a sinalização R-24a (FIGURA 13), define que a via é em um único sentido de circulação, sua instalação é no lado direito ou esquerdo da pista, no fim do trecho e voltada para o tráfego que se aproxima, ainda define que nas rotatórias a instalação da sinalização deve ser no raio maior ou igual a 12 metros e no frontalmente no tráfego de aproximação da via.

Figura 13 - Sentido de circulação da via ou pista R-24



Fonte: CONTRAN (2007).

Além dessas, a rotatória deve conter a sinalização R-33 (FIGURA 14) define o sentido anti-horário na rotatória, em vias urbanas a instalação deve ser empregue antes da interseção no lado direito da via, no máximo 10 metros do meio fio (FIGURA 15).

Figura 14 - Sentido de circulação na rotatória R-33



Fonte: CONTRAN (2007).

Figura 15 - Sentido de circulação na rotatória R-33



Fonte: CONTRAN (2007).

Além da organização das sinalizações, tem-se a implantação semafórica que auxilia o controle de tráfego em cruzamentos, a fim de proporcionar vias mais seguras, porém essa alternativa tem um custo elevado.

2.4 Sinalização Semafórica

Sinalização semafórica é definida como um sistema eletrônico com dispositivos luminosos, acionados alternativamente ou intermitentemente, responsáveis por controlar o tráfego e o deslocamento, alterando o direito passagem das vias e evitando conflitos entre veículos e pedestres. É uma alternativa para que não haja conflitos em interseções ou em meio de quadra. Desta maneira, deve ser feita previamente uma avaliação de necessidade de implantação semafórica (CONTRAN, 2014).

Segundo o CONTRAN (2014) é importante definir a preferência de passagem, retirar qualquer interferência que prejudique a visibilidade, proporcionar iluminação adequada, sinalização horizontal e vertical e redução de velocidade na aproximação, nas imediações é importante que não haja estacionamento, refúgios para pedestre e alteração de circulação.

Para Akishino (2011), os semáforos são equipamentos empregados com propósito de organizar o tráfego. Desta maneira não devem ser utilizados quando há possibilidade de controlar o problema de outras formas, pois se sua utilização for inadequada será mais propício a acidentes.

Conforme o CONTRAN (2014), com a ocorrência de acidentes, onde não há brecha para transposição como causa, a solução possível é a alternância no direito de passagem, sendo viável por meio de implantação de rotatória ou sinalização semafórica.

Segundo Luza et al. (2013), a implantação semafórica deve considerar alguns critérios para ser desenvolvida, como a quantidade de veículos que trafegam nas vias em um período de tempo e a ocorrência de acidentes.

No Brasil, o Departamento Estadual de Trânsito (DENATRAN, 1984), estabelece que o tempo de duração do verde é igual ao de amarelo, em alguns casos o tempo de vermelho é intercalado com o tempo de amarelo, desta maneira o tempo de verde é de no mínimo 15 segundos e os critérios obedecidos para a escolha dos estágios escolhidos deve ser.

a) o número de estágios deve ser o menor possível, reduzindo assim o tempo geral de cada ciclo, principalmente no entreverdes.

b) a quantidade de movimentos não conflitantes em cada estágio deve ser máxima.

c) quando há mais do que dois estágios em um ciclo, a ordem deve ser observada para que haja rendimento e segurança no cruzamento.

DENATRAN (1984) cita que a implantação do semáforo se justifica quando os seguintes valores mínimos são existentes no cruzamento, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 - Volume mínimo para implantação de semáforo

Nº de faixa de tráfego por aproximação		Veículos por hora, na preferencial, nos dois sentidos	Veículos por hora, na secundária, na aproximação mais pesada
Preferencial	Secundária		
1	1	500	150
2 ou mais	1	600	150
2 ou mais	2 ou mais	600	200
1	2 ou mais	500	200

Fonte: Adaptado pela autora com base no DENATRAN (1984).

Para a implantação de rotatória ou sinalização semaforica, é importante que seja realizada uma pesquisa anteriormente a sua instalação, analisando o fluxo das vias. Para isso, é necessária a execução de contagens volumétricas ou manuais, a fim de determinar os períodos de maior fluxo.

2.5 Contagem volumétrica

Segundo DNIT (2006), as contagens volumétricas determinam a quantidade, o sentido e o agrupamento de fluxo de veículos, onde no sistema viário existem pontos designados em uma determinada unidade de tempo.

Há dois pontos básicos para a realização da contagem nos trechos entre interseções, que tem como objetivo diferenciar o fluxo de uma determinada via, e a interseção onde essa passa a realizar as contagens do fluxo das vias na qual as mesmas tem ramos de ligação (DNIT, 2006).

Para De Paula et.al. (2016), as contagens volumétricas são utilizadas para determinar os movimentos realizados nas interseções, na qual permitem saber quantos veículos passam e a composição do fluxo. As pesquisas de fluxo são utilizadas na comparação entre a capacidade que a via oferece e o grau de solicitação presente.

2.5.1 Contagem manual

As contagens manuais são necessárias para a determinação dos movimentos de virada, onde classifica-se o tipo de veículo, passageiro, pedestres e contagens em auto-estradas (AKISHINO, 2005).

São contagens realizadas, com auxílio de fichas e contadores manuais, onde os veículos são classificados. De acordo com DNIT (2006) a realização de contagens em vias urbanas é necessária verificar o agrupamento dos veículos com base em características semelhantes de operação (automóveis, ônibus e caminhões).

Conforme Vasconcelos (2012), essas contagens são realizadas por observadores posicionado ao lado da via, que utilizam formulários com marcações manuais, onde são listadas as características dos veículos e movimentos de interseções. Desta maneira esse método de contagem se torna vantajoso pelo fato que os custos são baixos e uma alta flexibilidade quando se há necessidade de mudança de locais e cobertura de área em um curto período.

Segundo Balbo (2007), a melhor maneira de qualificar os volumes de veículos que se utilizam da via são as contagens em campo, que, no entanto, são apenas viáveis quando a via já existe. As contagens são muito empregadas quando se projetam duplicação, melhoramentos, restauração de pavimentos.

2.5.2 Contagens em interseções

Conforme DNIT (2006), as contagens de interseções são realizadas através da elaboração de um fluxograma, projeto de canalização, movimentos permitidos, cálculo de capacidade e análise de acidentes.

O mesmo autor ainda cita que é importante determinar os períodos de pico de tráfego, através de observação específica no local, possibilitando observar os dias das semanas e os horários em que ocorrem picos de tráfego e verificar as características dos veículos de maior dimensão.

2.5.3 Períodos de Contagens

DNIT (2006), cita que as contagens devem ser realizadas pelo menos durante três dias da semana, um que seja de maior circulação, de maneira a incluir o provável pico horário semanal. Deverá ser realizado nos dias úteis, exceto nos finais de semana.

As contagens devem ser realizadas no horário de pico. Considera-se que os volumes de tráfego nas terças, quartas e quintas-feiras, são intermediários, já os volumes nas segundas-feiras, sábados e domingos são considerados baixos, e nas sextas-feiras são considerados os volumes mais altos (DNIT, 2006; AKISHINO, 2005).

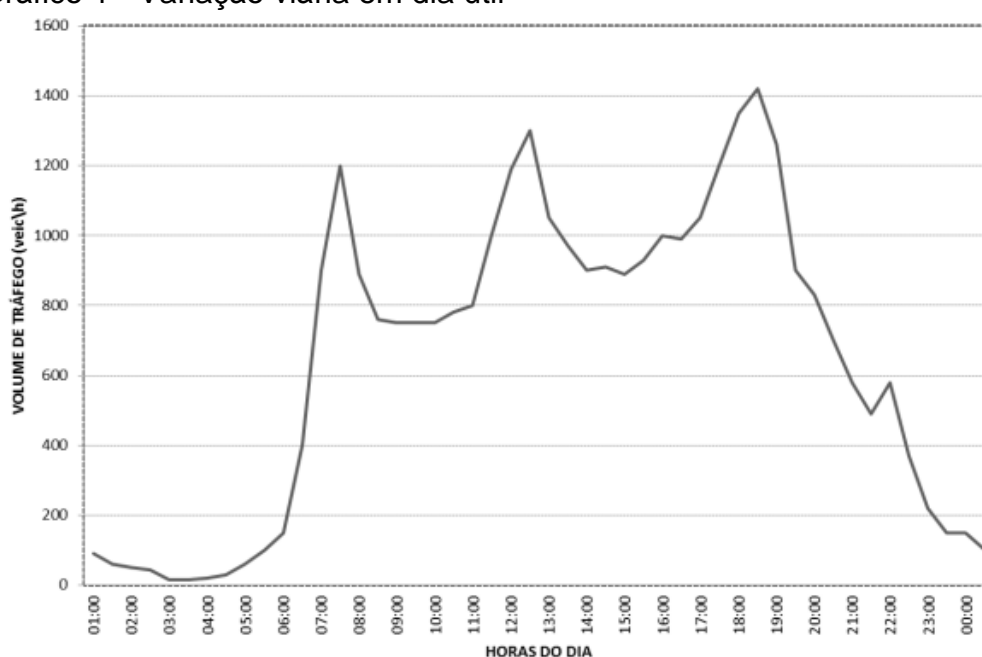
2.6 Hora de Pico

O horário de pico é definido como o período em que ocorrem os maiores fluxos de tráfego do dia. Em cidades grandes os fluxos de tráfego são maiores na parte da manhã e da tarde e em cidades de médio de pequeno porte o horário de fluxo é no pico do almoço sendo como o maior pico do dia. É nestes horários que os problemas ficam mais evidentes onde geralmente é analisado as soluções de tráfego. Portanto, para a determinação do horário de pico, deve-se saber a variação do volume de tráfego durante um dia. Somente assim é determinado os horários de maior fluxo (AKISHINO, 2005).

Segundo CONTRAN (2014), as contagens devem ser realizadas a cada 15 minutos onde deve apresentar o número veículos em cada movimento, em um intervalo de 1 hora, conforme apresentado nas Gráfico 1, 2 e 3.

O Gráfico 1 apresenta a variação viária em dia útil, onde demonstra o volume de tráfego (veic/h) e as horas do dia, podendo observar que entre as 18 horas às 19 horas o volume de tráfego é o mais alto considerado o maior horário de fluxo. Salienta-se que os pontos distintos são exemplos do CONTRAN (2014).

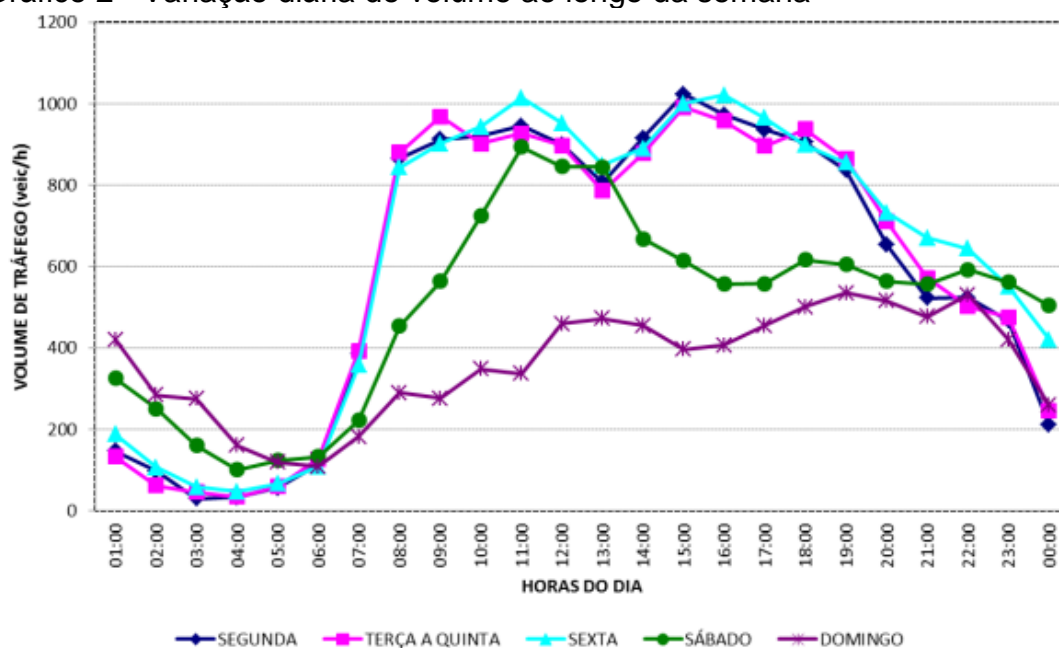
Gráfico 1 - Variação viária em dia útil



Fonte: CONTRAN (2014).

O Gráfico 2 mostra a variação diária do volume ao longo da semana, onde demonstra o volume de tráfego (veic/h) e as horas do dia como também os dias da semana, sendo que na terça e sexta-feira o volume de tráfego é mais elevado.

Gráfico 2 - Variação diária do volume ao longo da semana

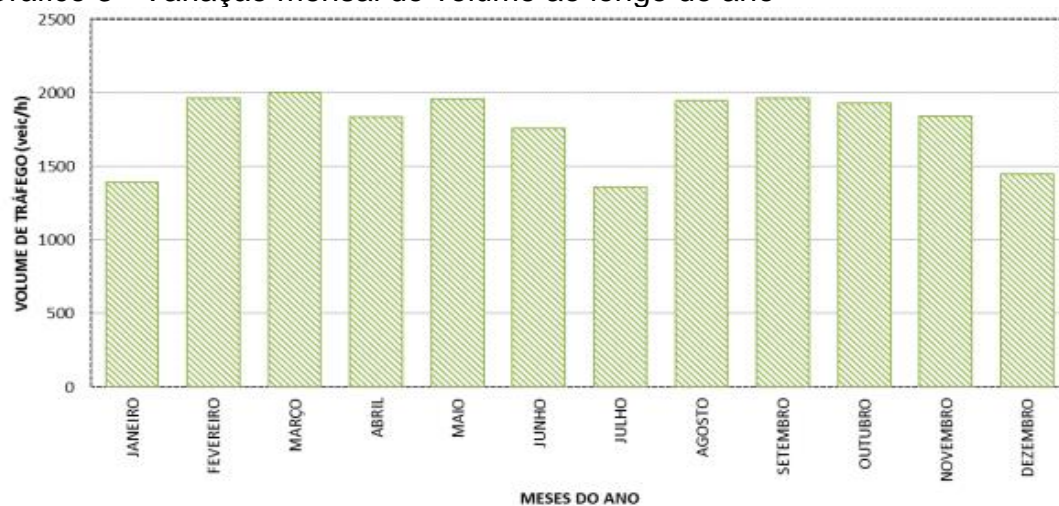


Fonte: CONTRAN (2014).

Desta maneira os dias da semana, onde demonstra que nas terças e sextas-feiras há um aumento considerado alto, sendo desta apontado estes dois dias como os dias indicados para a realização das contagens.

A Gráfico 3, mostra a variação mensal do volume ao longo do ano, onde demonstra o volume de tráfego (veic/h) e meses do ano, demonstra que o mês de março é o que ocorre o maior fluxo de veículos.

Gráfico 3 - Variação mensal do volume ao longo do ano



Fonte: CONTRAN (2014).

2.7 Fluxo ou Volume de tráfego

Segundo Hoel et. al (2017), o fluxo de tráfego pode ser dividido em duas categorias: fluxo ininterrupto, sendo classificado como via expressa onde não há controles externos e nem interseções em nível, semáforos nem sinais de “Pare” e “Dê a preferência”. Já o fluxo interrompido é aquele onde é regularmente interrompido por resultados de semáforos, sinais de pare e dê a preferência, interseções não semaforizadas, entradas e saídas de veículos e outras interrupções.

O CONTRAN (2014), avalia o volume de tráfego como número de veículos ou pedestres que passam por uma via durante o período de contagem. Em uma programação semaforica, o volume de tráfego veicular é definido por sentido de circulação do tráfego, e é geralmente formado por diferentes tipos de veículos.

A fim de compor o volume de tráfego de uma via numa base única, utiliza-se o conceito de veículo equivalente. O veículo equivalente possui como valor de referência o automóvel, para o qual se adota fator de equivalência de 1,0 unidade de carro de passeio (UCP). Para os demais tipos de veículos, o fator de equivalência conforme Tabela 1 de cada um reflete o desempenho de sua circulação no sistema viário em comparação com o desempenho do automóvel (DNIT, 2006).

Tabela 1 - Fator de equivalência para diferentes tipos de veículos

TIPO	FATOR DE EQUIVALÊNCIA
Automóvel	1,00
Motocicletas e motonetas	1,00
Ônibus	1,50
Caminhão	1,50

Fonte: Adaptado pela autora com base no DNIT (2006).

Conforme no CONTRAN (2014), o volume de tráfego de cada movimento se caracteriza ao longo do tempo, em função da hora do dia, do dia da semana, da semana do mês, do mês e do ano em que esse movimento é observado. A variação temporal do volume de tráfego leva em consideração os aspectos das cidades e os locais.

Para a programação semafórica, é importante observar a variação temporal do volume de tráfego, principalmente ao longo do dia e do dia da semana. Desta forma, as contagens devem ser realizadas, pelo menos, ao longo de um dia útil. Com base nos dados analisados é possível determinar, a programação do tempo fixo, o número de planos semaforicos serem calculados e o período do dia e dia da semana em que cada plano será implantado (CONTRAN, 2014).

No decorrer dos anos a engenharia de tráfego foi se aprimorando, com novas soluções para as problemáticas das cidades. Com isso foi desenvolvido programas computacionais capazes de realizar simulações de diferentes ambientes e situações. Essas simulações são divididas em três grupos, microscópicas, macroscópicas e mesoscópicas.

2.8 Simulação por meio de programas computacionais

Os simuladores são ferramentas úteis para auxiliar na compreensão do tráfego, permitindo realizar simulações de um sistema real sobre diversas situações com um grande número de dados (BARCELÓ, 2010).

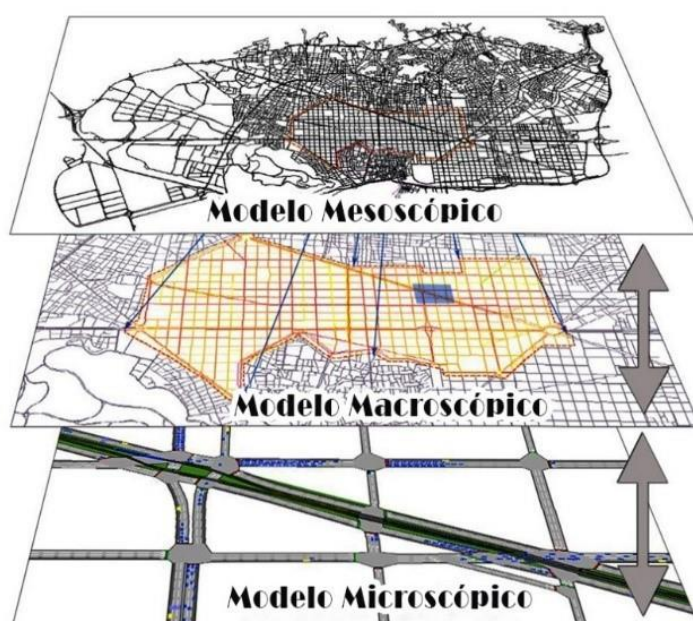
Conforme Noronha (2016), a simulação de tráfego consiste em um modelo matemático capaz de reproduzir o comportamento de veículos em campo, prevendo alternativas e diferentes situações para cada trecho analisado. Prado apud Leite (2018)¹ cita que simulação é uma técnica computacional que soluciona problemas através de análise de um modelo que detalha o comportamento do sistema, com

¹ Prado (2004) define simulação como sendo uma técnica que usa o computador digital para solucionar um problema através da análise de um modelo que descreve o comportamento do sistema. O autor ainda diz que a simulação é uma técnica capaz de reproduzir o funcionamento de um sistema real, sendo possível fazer alterações e avaliar diversas soluções sem que as mesmas sejam implementadas.

finalidade de reproduzir o funcionamento de um sistema real, por meio de alterações e soluções mesmo que não sejam implantadas.

Os modelos de simulação são caracterizados de acordo com sua finalidade e funcionalidade, definindo o tráfego, segurança e mobilidade das vias. Sendo assim os simuladores são divididos em três modelos mesoscópico, macroscópico e microscópico Figura 16 (BOXILL et al.; RATROUT et al.; apud NAZARETH et al., 2015).

Figura 16 - Modelo mesoscópico, macroscópico e microscópico



Fonte: *Intelligent Transport System International* (2013).

2.8.1 Modelo Mesoscópico

O modelo mesoscópico é determinado pela posição e pela velocidade dos veículos no sistema viário, portanto são considerados elementos de pelotões e não como veículos individuais (NORONHA, 2016). Silva et al. (2002) define como sendo um modelo de baixo nível de agregação, é considerado o modelo com elementos mais discretos.

2.8.2 Modelo Macroscópico

O modelo macroscópico é definido como correntes de tráfego, baseadas no fluxo, densidade e velocidade de uma via. É o conjunto de variáveis onde a corrente de tráfego, analisa o comportamento dos veículos na via, reduzindo a demanda computacional (SILVA et al., 2003; NORONHA, 2016). Hallmann (2011) define como sendo um modelo de baixo detalhamento, sua simulação se dá através do conjunto todo.

2.8.3 Modelo Microscópico

Este modelo é utilizado quando a necessidade de um elevado detalhamento, visto que é baseado no movimento de cada veículo na via. Implicando nas acelerações, desacelerações e troca de faixas (HALLMANN, 2011). Esse modelo simula o comportamento dos veículos individualmente, é baseado na teoria de perseguição de outro veículo e de troca de faixas. Para realizar a simulação é necessário inserir diferentes dados de entrada como, mapas, características das vias, movimentação da demanda dos veículos nas vias, posição de edificações, infraestrutura da malha viária e origem-destino dos veículos (NORONHA, 2016).

Para este estudo será utilizado o modelo microscópico por possuir um elevado nível de detalhamento.

2.9 Software SUMO

Com a utilização das microssimulação é possível a criação de modelos virtuais que representa os movimentos individuais dos veículos em uma rede de tráfego, com cenários diferentes, a fim de avaliar o comportamento dos veículos nos locais onde ocorrem alterações de infraestrutura (MACEDO et al. 2013).

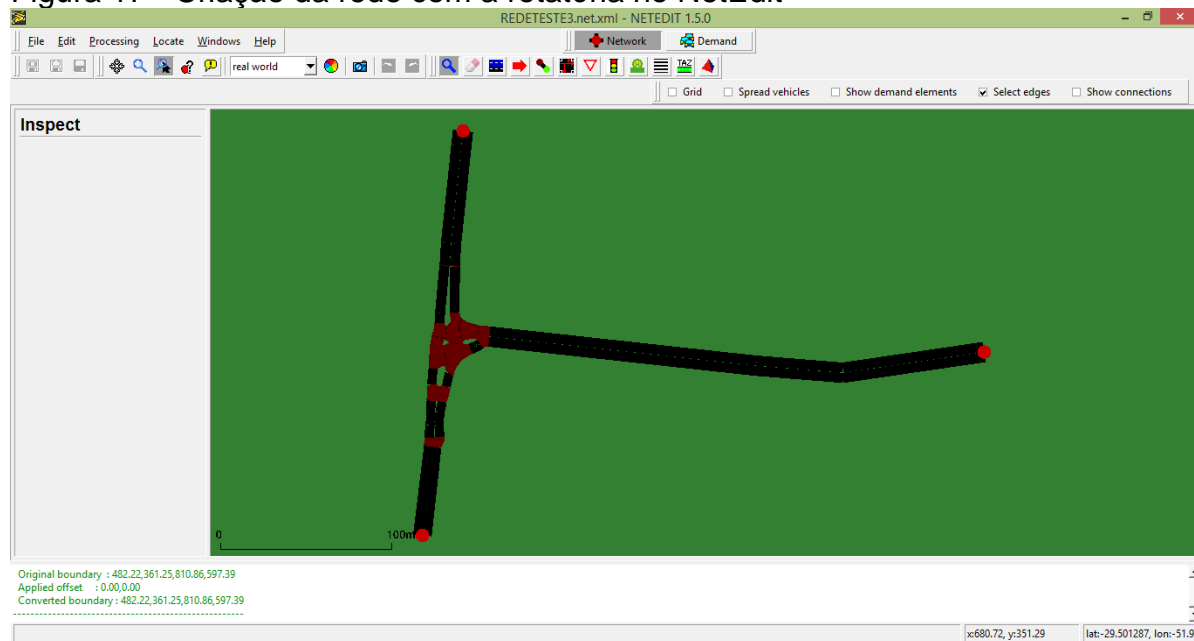
Behrisch et al. (2011) definem o Simulation of Urban Mobility (SUMO) como um conjunto de aplicação que auxilia na preparação de simulação de tráfego, é um código aberto sendo assim é gratuito e sua simulação é através de algoritmos, sendo desenvolvido em C++ para realizar simulações de malha de tráfego

microscópicos, multimodal, de espaço viária e tempo de viagem. O SUMO foi desenvolvido em 2000, porém liberado em 2001 pelo Instituto de Sistema de Transporte (DLR), é permitido modelar sistemas de tráfego multimodal (que envolve os tipos de transporte e pedestre que circulam pela via).

Segundo Hallmann (2011), o SUMO se dá por meios de linhas de comando, na qual simulam os veículos em circulação e caracteriza a malha viária. Para a realização das simulações é necessário a utilização de arquivos em formato .XML. Cita ainda que para as simulações o *software* foi dividido em diferentes partes, com o intuito de ser executado separadamente.

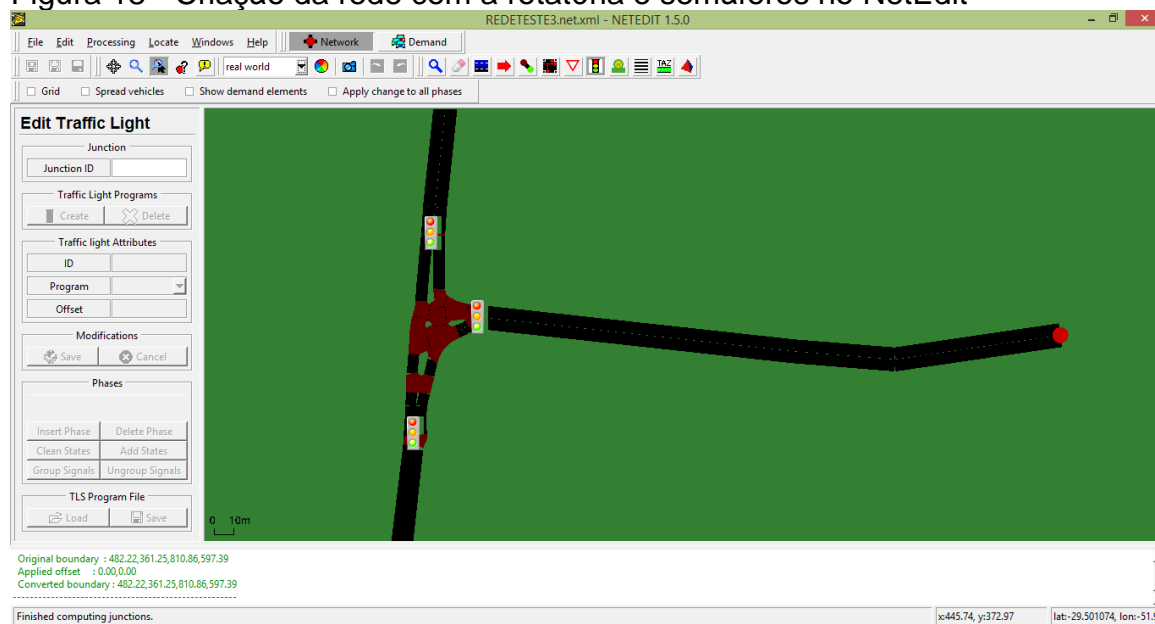
O arquivo .net, corresponde a criação da rede ou malha viária, onde estão contidas as informações, características, geometria da via e o tempo semafórico. Pode ser gerado importando através do *OpenStreetMaps* ou manualmente pelo NetEdit, *software* esse que é um complemento do SUMO. Para esse estudo escolheu-se a opção *OpenStreetMaps* pois a região tem uma rotatória dificultando um pouco a criação da rede, onde o mesmo realiza a exportação do local de estudo, e o NetEdit possibilita a configuração da malha viária. Este mesmo arquivo foi duplicado um somente para a rotatória e o outro com o uso do semáforo conforme apresenta a Figura 17 e 18.

Figura 17 - Criação da rede com a rotatória no NetEdit



Fonte: da Autora (2020).

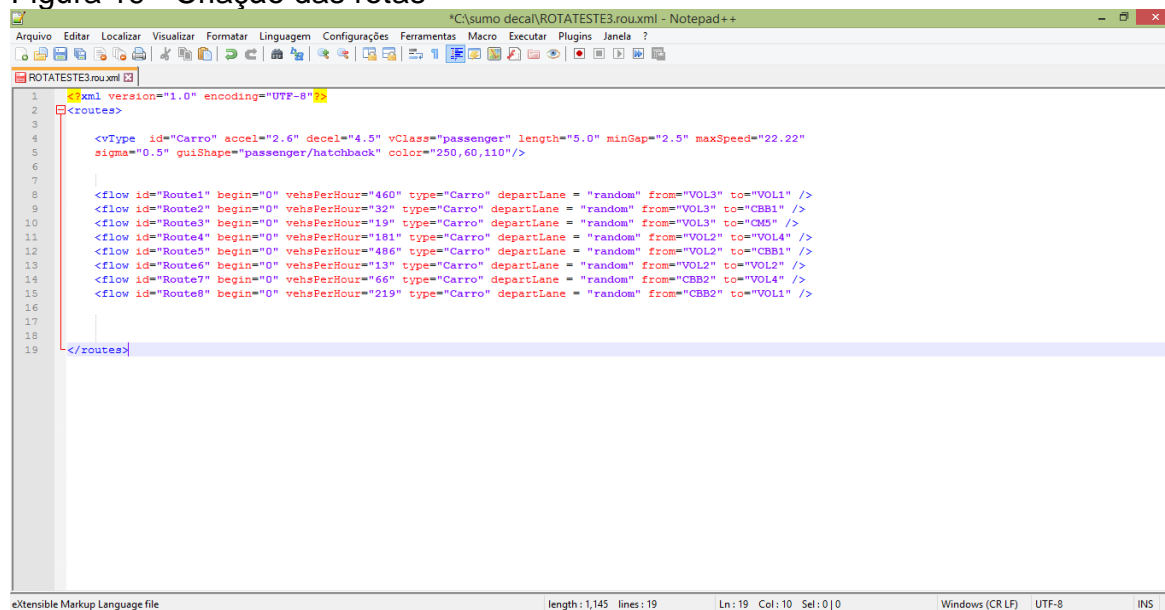
Figura 18 - Criação da rede com a rotatória e semáforos no NetEdit



Fonte: da Autora (2020).

Antes de executar a simulação, é necessário criar e configurar o arquivo de rotas (.rou). É neste momento que é definida as características dos veículos, as rotas que cada veículo seguirá, o tipo de veículo, a quantidade de veículos que se movem na via conforme na Figura 19.

Figura 19 - Criação das rotas



Fonte: da Autora (2020).

Após configurar a rede e as rotas, foi criado dois arquivos. *sumocfg* onde é possível definir os arquivos de dados, o tempo total de execução e também definir os relatórios de saída gerados, como o *queue.xml* e *summary.xml* este que o pacote SUMO fornece. A primeira mostra o compartimento das filas geradas pelo tráfego e o segundo resume parâmetros encontrados durante a execução, a Tabela 2 fornece os dados necessários para a comparação dos cenários.

Tabela 2 - Parâmetros para análise

Parâmetros	Descrição
Ended	Quantidade de veículos que chegam ao destino
Mean Waitng Time (s)	Tempo médio de espera para entrar no sistema
Mean Travel Time (s)	Tempo médio entre os veículos que entram na rede e terminam a viagem
Mean Speed (Km/h)	Velocidade média com base no tempo médio de viagem
Queueing Time (m)	Tamanho médio de fila por faixa
Queueing Lenght Experimental (m)	Comprimento das filas

Fonte: Adaptado pela autora conforme SumoWiki (2020).

Através destes parâmetros, é possível realizar uma análise de cada proposta de cenário, informações que serão apresentados na próxima seção.

Para a realização das simulações é importante calcular a capacidade da via, densidade, fator hora pico, velocidade média de viagem e tempo de viagem como mostra as equações 1, 2, 3 e 4.

Capacidade: é o número de máximo de veículos que passam em um determinado trecho de uma faixa ou pista de um tempo ou período definido.

$$Q = \frac{k}{v} \quad (1)$$

Onde:

Q = capacidade [vei/h];

K= densidade [vei/km];

v = velocidade [km/h];

Densidade: números de veículos por comprimento da via.

$$K = \frac{F_m}{v_m} \quad (2)$$

Onde:

K = densidade [vei/km];

F_m= fluxo médio no trecho [vei/h];

v_m= velocidade média no trecho [km/h];

Fator Hora Pico (FHP): é o ajuste do volume de hora pico em relação ao período de 15 minutos da hora pico com o maior fluxo.

$$FHP = \frac{V_{hp}}{(4.V.15 \max)} \quad (3)$$

Onde:

Vhp = volume da hora de pico;

V.15 max= volume do período de quinze minutos com maior fluxo de tráfego que ocorre na hora de pico.

Velocidade média de viagem: a velocidade em um trecho de via é determinada pelo comprimento do trecho e o tempo médio gasto, incluindo os tempos que os veículos estavam parados:

(4)

$$V_{mv} = \frac{L}{\left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=1}^n t_i}$$

Onde:

V_{mv} = velocidade média de viagem (km/h)

L = comprimento do trecho (km)

t_i = tempo de viagem do veículo i (h)

n = número de veículos observados

Tempo de viagem: é o período de tempo que o veículo percorre em um determinado trecho da via, incluindo as paradas.

2.10 Simulações utilizando o SUMO

Neste subitem serão apresentados trabalhos semelhantes realizados, com a utilização do *software* SUMO, abrangendo seus objetivos e principais resultados.

Leite (2018) analisou alternativas de mudança no sistema viário na região do bairro Kayser da cidade de Caxias do Sul/RS, através de simulações computacionais. Já os objetivos específicos foram a realização da contagem de tráfego, simulação do tráfego com o *software* SUMO, simulação dos cenários um já existente e o proposto e ainda propor mudança para a mobilidade urbana da região. A autora propôs aumentar o número de faixas de rolamento de 3 faixas para 4.

Os resultados mostraram uma significativa melhora no cenário proposto em comparação ao cenário atual, tendo um aumento de 3,94% sobre o número de veículos que conseguiram chegar ao seu destino para entrar no sistema com uma diminuição de 2,58% no tempo médio de espera para entrar no sistema. Em relação ao tempo médio houve uma diminuição de tempo para iniciar e terminar uma viagem de 20,68%. Com isso a velocidade média teve um aumento de 45,45% e o tempo

médio de espera do veículo na fila diminui 48,77%. O comprimento das filas teve uma redução de 72,67%.

Floriani (2017), analisou possíveis soluções para o problema de tráfego de uma região central da cidade de Joinville, Santa Catarina utilizando o software de simulação SUMO.

Após a realização da coleta e organização dos aspectos necessários para criar a base de dados do cenário real, desta maneira o aluno criou dois ambientes no software de simulação a fim de comparar os dados de saída. O aluno optou em tirar um semáforo, aplicando o método Webster e observando os períodos da manhã e tarde.

Embora não tenha realizada análise qualitativa, os resultados qualitativos mostraram que a proposta com a retirada do semáforo da segunda interseção gerou melhora no tráfego da interseção avaliada. No entanto, nos períodos da manhã não há trânsito pesado na rede e suas mudanças foram pouco significativas. Em relação ao período da tarde, onde há o trânsito mais pesado na rede de tráfego, a melhora no local acaba não ficando evidente um aumento no tráfego.

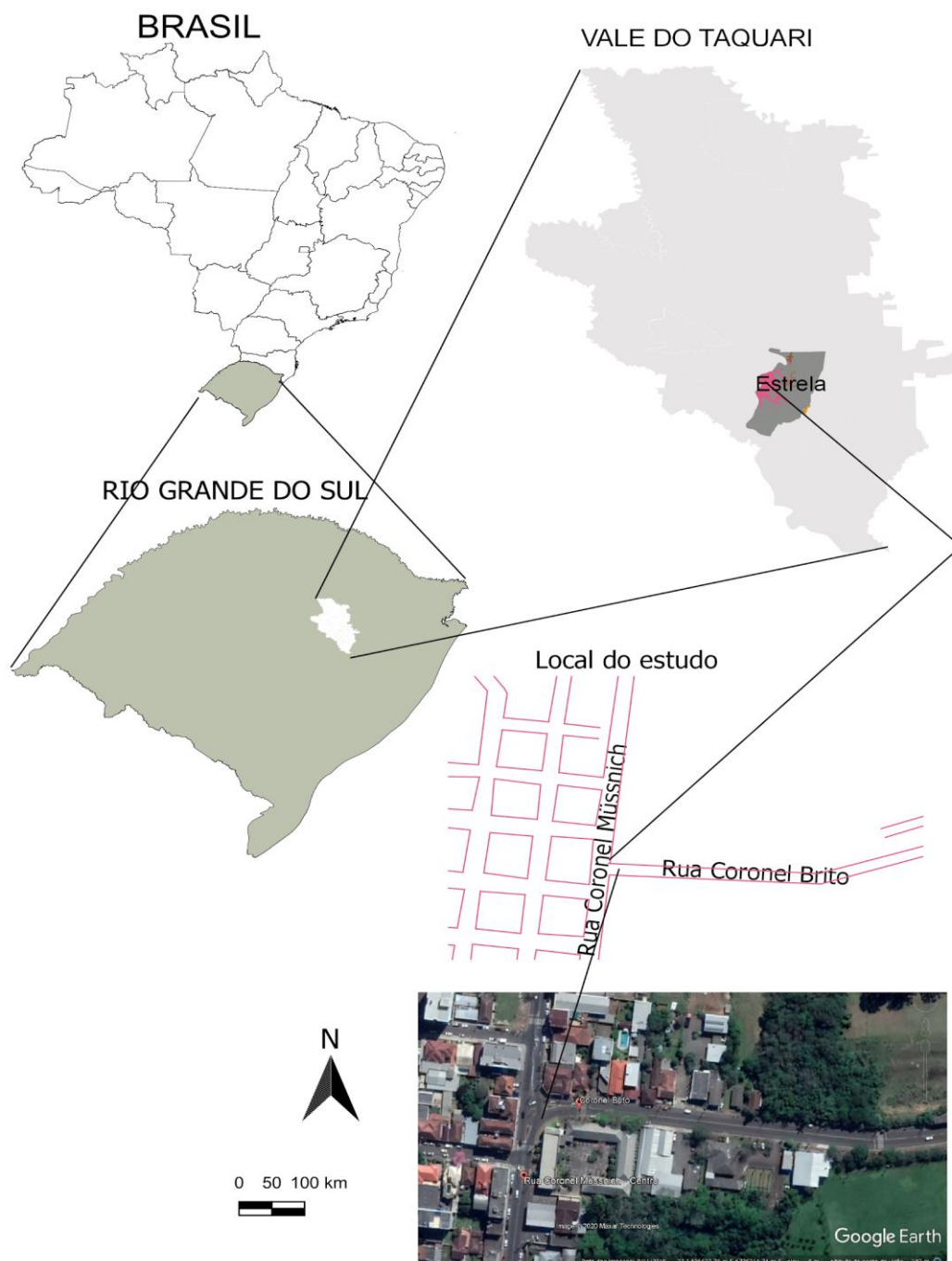
3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo, serão apresentados os aspectos relacionados à área de estudos aos procedimentos necessários para a realização da pesquisa e obtenção dos resultados a fim de se atingir os objetivos propostos.

3.1 Caracterização da área de estudo

A região de estudo está localizada na cidade de Estrela/RS, no estado de Rio Grande do Sul, situada no Vale do Taquari, conforme Figura 20. O município foi emancipado em 20 de maio de 1876, possui uma área territorial de 184,178 km² e população estimada de 34.116 habitantes, com uma densidade demográfica de 179,9 hab./km² (IBGE, 2018).

Figura 20 - Localização do Município de Estrela/RS



Fonte: da Autora (2020).

Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018), a frota de veículos estrelenses é a 56^o maior frota do estado do Rio Grande do sul. Na Tabela 3 é possível observar os números de veículos conforme sua categoria.

Ressalta-se que os valores representam os emplacamentos realizados no município. Por meio dos dados coletados, calculou-se uma taxa de 0.50 automóveis por habitantes, ou seja, uma média de 1 automóvel para cada 2 habitantes.

Tabela 3 - Frota de veículos da cidade de Estrela/RS

TIPO DE VEÍCULOS	Nº
Automóveis	14221
Caminhão	1133
Caminhão trator	596
Caminhonete	1630
Camioneta	912
Ciclomotor	30
Micro-ônibus	55
Motocicleta	3771
Motoneta	1166
Ônibus	71
Trator de rodas	77
Utilitário	267
Outros	1996

Fonte: IBGE (2018).

O cruzamento, objeto de estudo desta monografia, localiza-se na rotatória das Ruas Coronel Müssnich e Coronel Brito (FIGURA 21). O local de estudo serve como principal corredor que liga a entrada do município (vindo da BR-386) a região de saúde como o hospital e consultórios, a região onde encontram-se os bancos e Correios, em fim o local é de grande importância para a cidade sendo assim um local de grande fluxo de veículos.

Figura 21 - Interseção de estudo



Fonte: Adaptado pela autora com base no Google Maps (2019).

3.2 Métodos

Para a realização das análises, torna-se necessário conhecer a condição atual do local a ser estudado. Para isso, foram levantados os dados referentes ao volume de fluxo no horário de pico, a partir de métodos de contagem descritos por DNIT (2006).

3.2.1 Contagem de veículos

Para o presente estudo, com o intuito de obter resultados mais precisos na coleta dos dados, optou-se em escolher 1 ponto de contagem, considerado suficiente para a verificação de todos os movimentos realizados pelos veículos no cruzamento avaliado. A contagem foi realizada manualmente com o auxílio de uma câmera filmadora, nas terças-feiras e sextas-feiras durante o período já definido. Foram realizadas contagens de 1 hora por período, sendo, pelo menos, 4 contagens semanais no período da manhã e tarde. A contagem será feita no horário de maior fluxo do dia da manhã (das 7 horas às 8 horas) e tarde (das 17 horas e 30 minutos

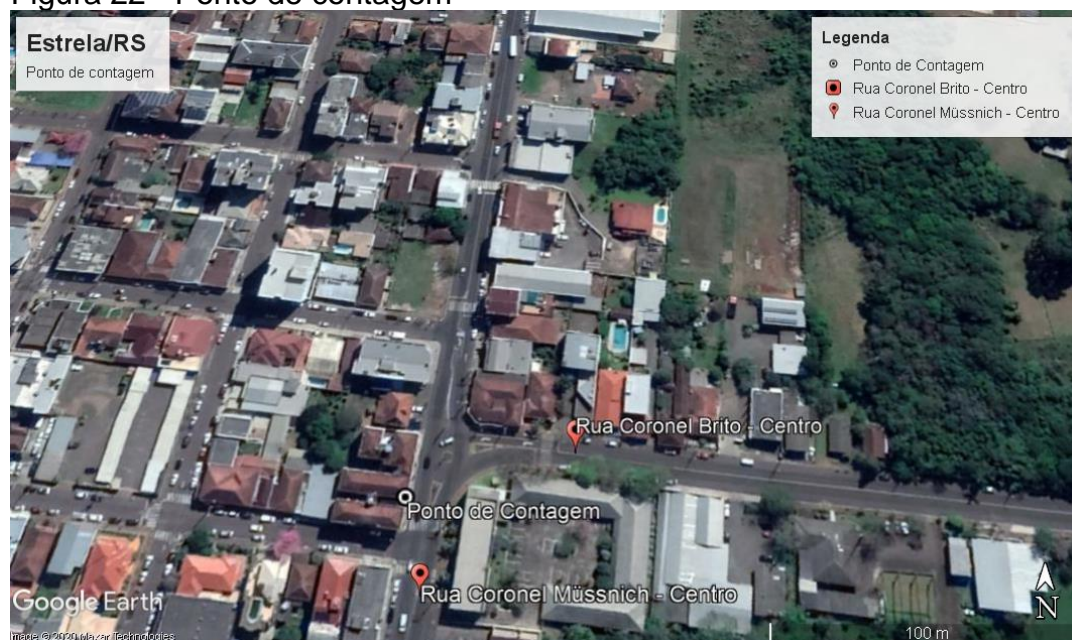
às 18 horas e 30 minutos), onde foram separadas em 4 tempos, de 15 minutos cada, e efetuada a média das parciais horárias dos dias escolhidos e os trechos.

Posteriormente as gravações foram tabuladas com auxílio da ferramenta Excel, onde foi realizado o levantamento dos veículos. Não se realizou contagem em dias chuvosos, para evitar interferência do clima no comportamento do tráfego.

3.2.1.1 Pontos de contagem

O ponto estudado (FIGURA 22) possuem um elevado fluxo por conta de possuir um colégio e vasto comércio ao seu entorno, havendo um cruzamento de interseções e uma rotatória, na qual se localiza no centro da cidade e leva aos bairros.

Figura 22 - Ponto de contagem



Fonte: Adaptado pela autora com base no Google Maps (2020).

Os pontos analisados estão localizados no cruzamento da Rua Coronel Müssnich com a Rua Coronel Brito, onde, para se ter acesso à Rua Coronel Brito, é necessário realizar o movimento da rotatória e a conversão à esquerda. Desta forma, em horário de pico formam-se pequenos congestionamentos, bloqueando o fluxo do tráfego nos outros sentidos. A Rua Coronel Müssnich é uma via importante para cidade, sendo que, para se ter acesso alguns bairros, é necessário fazer a utilização da mesma, que dá destino aos bairros Alto da Bronze e Cristo Rei.

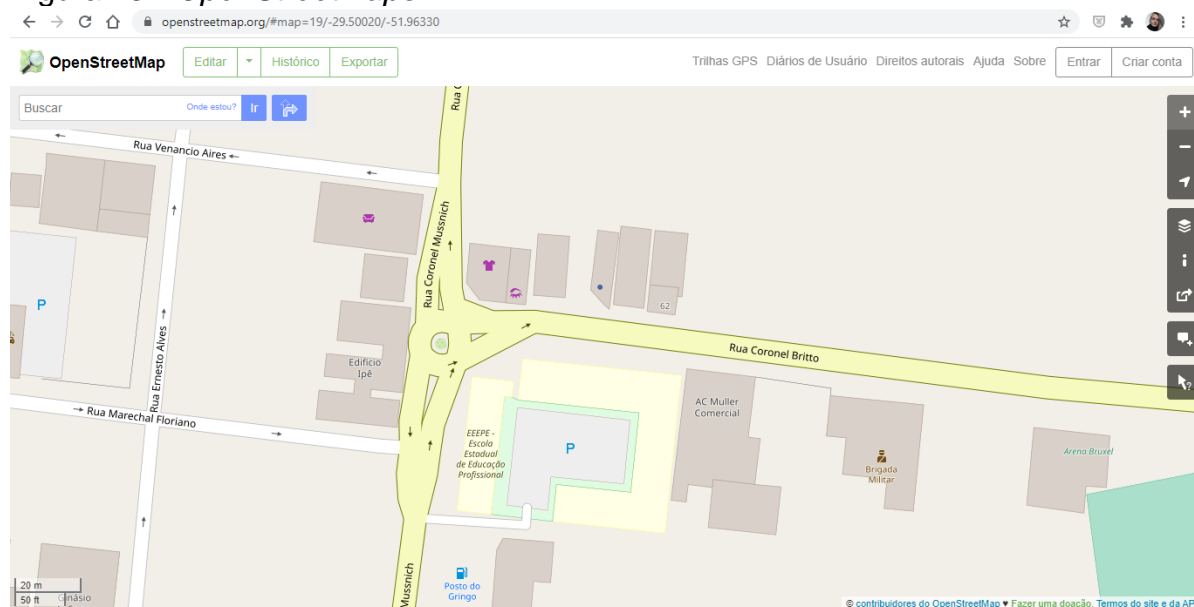
Após o levantamento dos dados, teve-se preocupação de como inserir os dados no *software*. É necessário a utilização de outros comandos para a realização das simulações, esses comandos o próprio software disponibiliza como o NetEdit que realiza os nós e arestas da malha viária, é empregado para criar uma rede de tráfego, porém é necessário fazer a conversão do arquivo *.sumocfg* para que o SUMO realize as simulações. Por logo com os dados disponíveis será possível simular e analisar a melhor alternativa para rotatória, no qual será observado se há necessidade de instalação de semáforos ou a melhoria da rotatória.

Por meio das análises apontadas dos itens acima será realizado uma investigação, onde serão comparados os cenários propostos para averiguar qual é a melhor situação.

3.2.3 Microssimulação do tráfego

Para criar a rede da simulação, utilizou-se o *OpenStreetMaps* conforme Figura 23, para exportar o cenário, e o NetEdit disponível junto com a versão 1.5.0 do SUMO para organizar o cenário. Como o próprio nome sugere, ele permite editar as configurações do arquivo rede (*.net*), possibilitando configurar a velocidade de via, o número de faixas, entre outras funções. Após a configuração do *.net*, é necessária a criação do arquivo de rotas (*.rou*) conforme Apêndices D e F, onde é definido o fluxo de veículos de cada via, aceleração e os sentidos de cada veículos. É nessa etapa que é realizada a configuração do arquivo *.sumocfg*, onde são estabelecidos os dados de saída e os arquivos que vão rodar na simulação. Além do cenário real, será simulado mais dois cenários um como a rotatória sendo a preferencial sendo o cenário 1 e a outra com sinalização semafórica sendo o cenário 2, observando qual a melhor situação para o estudo.

Figura 23 - OpenStreetMaps



Fonte: OpenStreetMaps (2020).

3.2.4 Cenários avaliados

Para a realização das análises do tráfego, foram elaboradas alternativas para as simulações, além do cenário atual, duas outras alternativas de cenário foram elaboradas para fins de comparação.

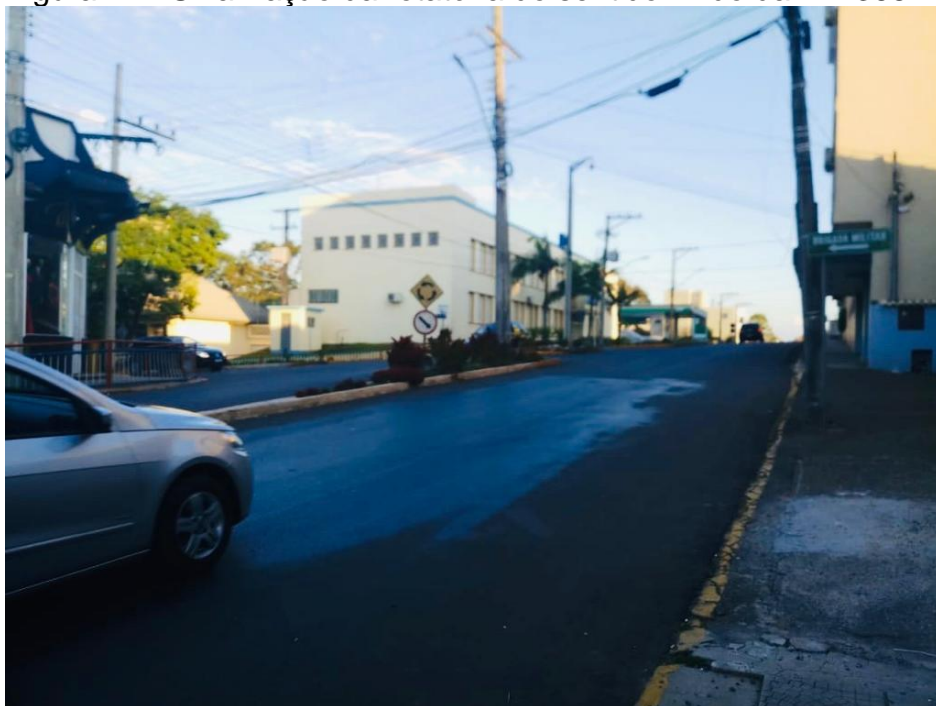
3.2.4.1 Cenário atual

O cenário atual é composto pela rotatória, porém a rotatória não é a preferencial, a via que é preferencial é a Rua Coronel Müssnich.

3.2.4.2 Cenário 1

Com finalidade de comparar com o cenário atual foi proposto um outro cenário, sendo nomeado como cenário 1 no qual a rotatória é a preferencial, desta maneira não será necessária uma alteração física na via, somente a sinalização viária, tornando-a assim a rotatória preferencial. Como mostra as Figuras 24, 25 e 26 não há nenhum tipo de sinalização indicando a rotatória como preferencial.

Figura 24 - Sinalização da rotatória do sentido vindo da BR-368



Fonte: da Autora (2020).

Figura 25 - Sinalização da rotatória do sentido vindo da região de saúde



Fonte: da Autora (2020).

Figura 26 - Sinalização da rotatória da Rua Coronel Brito



Fonte: da Autora (2020).

3.2.4.3 Cenário 2

O cenário 2 é a segunda alternativa para a comparação com o cenário atual, com a implantação de semáforo, determinou-se somente um tempo de simulação como citados na Quadro 2.

Quadro 2 - Tempo do semáforo

Ruas	Tempos		
	Vermelho	Amarelo	Verde
Coronel Müssnich	40	3	30
Coronel Müssnich (SO)	36	3	30
Coronel Brito	79	3	30

Fonte: da Autora (2020).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos ao decorrer do presente trabalho.

4.1 Contagem de veículos

Em virtude da pandemia conforme Anexos A e B foi possível realizar as filmagens somente no mês de março, por essa razão no dia 17/03/2020 as filmagens foram realizadas somente no período da manhã. Portanto é importante frisar que o estudo foi realizado somente em 9 dias e não em 4 meses como é proposto pelo CONTRAN (2014).

Nesta seção serão apresentadas as contagens realizadas por meio das filmagens, realizadas nos períodos da manhã (das 7 horas às 8 horas) e tarde (das 17 horas e 30 minutos às 18 horas e 30 minutos) durante o mês março. Com relação à escolha da hora para a realização das filmagens, o horário é de acordo com o Gráfico 2 do item 2.6 Fluxo de Volume de tráfego, onde diz que esses horários são os de maior fluxo de veículos, por ser os horários onde há uma movimentação grande nas indústrias e comércios. Ressalta-se que o levantamento de campo foi iniciado no mês de março e encerrado neste mesmo mês em função da alteração do trânsito por conta das orientações de isolamento social dada pelo novo coronavírus. No entanto, conforme já apresentado no item 2.7 e apresentado no Gráfico 3 do referido tópico, verifica-se que, no mês de março, registram-se maior fluxo de veículos em relação aos demais meses.

Após a realização das filmagens foi elaborado planilhas no *software* Excel, onde foram anotados a quantidade de veículos que passava por cada trecho, como o sentido de viagem dos veículos analisados. Foram diferenciados os veículos nas categorias caminhão, carro, moto e ônibus. Todos os dados das contagens são semelhantes ao Quadro 3 e nos Apêndices A, B, C, D, E.

Quadro 3 - Contagens das filmagens

Período:	Manhã					Período:	Manhã				
Sentido:	Coronel Müssnich					Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito				
Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020				
Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00					Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00				
Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP
07:15	65	7	4	8	90	07:15	9	0	0	2	11
07:30	112	12	6	13	152	07:30	4	0	0	3	7
07:45	97	11	6	11	134	07:45	1	1	0	3	6
08:00	48	5	3	6	66	08:00	0	0	0	0	0
Período:	Tarde					Período:	Tarde				
Sentido:	Coronel Müssnich					Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito				
Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020				
Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30					Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30				
Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP
17:45	72	4	1	17	97	17:45	5	0	1	1	8
18:00	127	6	3	29	170	18:00	7	1	0	4	13
18:15	109	5	2	25	145	18:15	6	0	1	4	12
18:30	54	3	1	13	73	18:30	5	0	0	2	7

Fonte: da Autora (2020).

A fim de facilitar o entendimento nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 será apresentado o fluxo por dia e período de contagem de veículos, os valores em amarelo são os de maior fluxo do dia, já convertidos em unidade carro passeio (UCP), a fim de igualar os veículos para facilitar a análise do tráfego e a compreensão dos dados. Ainda é possível observar que os dias com maior fluxo de veículos nas terças-feiras no período da manhã, com exceção do dia 13/03/2020 que o maior fluxo de veículos foi na sexta-feira no período da tarde.

Tabela 4 - Contagem dos veículos no dia 03/03/2020 no período manhã e tarde

Período da Manhã										
Dia	Hora	Auto	FE	Ônibus	FE	Caminhão	FE	Moto	FE	Total (UCP)
03/03	07:00	1046	1	106	1,5	45	1,5	118	1	1391
Terça-feira	08:00									

Período da Tarde										
Dia	Hora	Auto	FE	Ônibus	FE	Caminhão	FE	Moto	FE	Total (UCP)
03/03	17:30	944	1	38	1,5	22	1,5	206	1	1240
Terça-feira	18:30									

Fonte: da Autora (2020).

Tabela 5 - Contagem dos veículos no dia 06/03/2020 no período manhã e tarde

Período da Manhã										
Dia	Hora	Auto	FE	Ônibus	FE	Caminhão	FE	Moto	FE	Total (UCP)
06/03	07:00	1087	1	62	1,5	45	1,5	125	1	1373
Sexta-feira	08:00									

Período da Tarde										
Dia	Hora	Auto	FE	Ônibus	FE	Caminhão	FE	Moto	FE	Total (UCP)
06/03	17:30	876	1	38	1,5	18	1,5	79	1	1039
Sexta-feira	18:30									

Fonte: da Autora (2020).

Tabela 6 - Contagens dos veículos no dia 10/03/2020 no período manhã e tarde

Período da Manhã										
Dia	Hora	Auto	FE	Ônibus	FE	Caminhão	FE	Moto	FE	Total (UCP)
10/03	07:00	1195	1	46	1,5	32	1,5	165	1	1471
Terça-feira	08:00									

Período da Tarde										
Dia	Hora	Auto	FE	Ônibus	FE	Caminhão	FE	Moto	FE	Total (UCP)
10/03	17:30	689	1	54	1,5	16	1,5	128	1	922
Terça-feira	18:30									

Fonte: da Autora (2020).

Tabela 7 - Contagem dos veículos no dia 13/03/2020 no período manhã e tarde

Período da Manhã										
Dia	Hora	Auto	FE	Ônibus	FE	Caminhão	FE	Moto	FE	Total (UCP)
13/03	07:00	824	1	45	1,5	17	1,5	103	1	1020
Sexta-feira	08:00									

Período da Tarde										
Dia	Hora	Auto	FE	Ônibus	FE	Caminhão	FE	Moto	FE	Total (UCP)
13/03	17:30	856	1	52	1,5	17	1,5	176	1	1136
Sexta-feira	18:30									

Fonte: da Autora (2020).

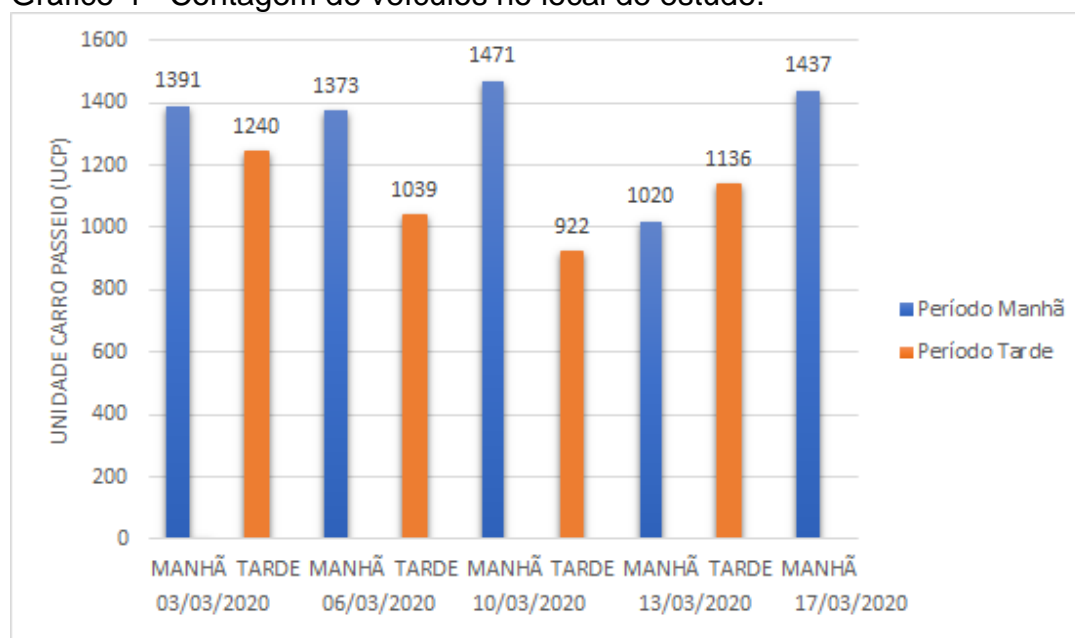
Tabela 8 - Contagem dos veículos no dia 17/03/2020 no período manhã

Período da Manhã										
Dia	Hora	Auto	FE	Ônibus	FE	Caminhão	FE	Moto	FE	Total (UCP)
17/03	07:00	1141	1	55	1,5	40	1,5	153	1	1437
Terça-feira	08:00									

Fonte: da Autora (2020).

Após analisar os dados foi possível constatar que o período da manhã do dia 10/03/2020 foi o período com maior fluxo de veículos, conforme Gráfico 4. Para a simulação de tráfego no SUMO, optou-se por utilizar os valores da contagem com mais veículos, a fim de atender todas as situações.

Gráfico 4 - Contagem de veículos no local de estudo.



Fonte: da Autora (2020).

4.2 Fator de hora pico (FHP)

As contagens realizadas foram separadas em período de 15 minutos, conforme o Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006), a fim de obter V_{15max} .

O Manual de Estudos de Tráfego do DNIT (2006) preconiza adotar intervalos de 15 minutos já que a adoção de intervalos menores pode ocorrer o superdimensionamento da via. Para um melhor entendimento optou-se em fazer o fator de hora pico (FHP) para cada contagem, determinou-se por fazer as médias das contagens em cada período, utilizando os valores do volume de hora pico máximo dividido em 4 partes, representando os 15 minutos de 1 hora. Na Tabela 9, será apresentado o valor de fator de hora pico (FHP) para os períodos de maior UCP.

Tabela 9 - FHP para os períodos de maior UCP

Período Manhã/Tarde – Fator horário de pico (FHP)			
Dia	VHP Médio	VHP Máximo	FHP
03/03 Terça-feira	1315	1391	0,946
06/03 Sexta-feira	1319	1373	0,960
10/03 Terça-feira	1434	1371	0,971
13/03 Sexta-feira	1101	1136	0,969
17/03 Terça-feira	1389	1437	0,966

Fonte: da Autora (2020).

DNIT (2006) cita que, os valores de FHP normalmente são entre 0,80 a 0,98. Sendo assim valores acima de 0,95 são considerados indicativos de graves volumes de veículos nos trechos. É possível observar que em todos os dias da semana os valores de FHP são superiores a 0,95, exceto um dia, comprovando presença de uma problemática.

4.3 Microssimulação

Para a realização das simulações no *software* SUMO foi necessária a criação de três tipos de arquivos o de rede (.net), o de rotas (.rou), e o de configuração (.sumocfg). Salienta-se que todos os parâmetros, características e configurações utilizadas nas três simulações são idênticas, porém as alterações se deram na rotatório sendo como preferencial e o semáforo.

Na configuração do arquivo tipo (.sumocfg) é preciso primeiramente definir o tempo de *warm up*, tempo que a simulação precisa para estar estabilizada. Através das medidas de desempenho geradas pelo *software* SUMO, verificou-se que o sistema se estabiliza em 600 segundos, desta forma, a simulação foi realizada por 4200 segundos, representando assim 600 segundos de estabilização mais os 3600 segundos referente a uma hora de volume hora pico, com velocidade de 40 km/h em cada sentido da via.

Após as realizações das 10 replicações para cada cenário, os resultados de *summary* e *queue* agrupados e organizados em planilhas. Na Tabela 9 encontram-se os resultados de todas as iterações. Ressaltando que os valores de *Mean WaitingTime* e *Mean Travel Time* já foram transformados de segundos para minutos para um melhor entendimento.

Tabela 9 – Comparação cenário atual x cenários propostos

Parâmetro	Cenário atual	Cenário 1	Cenário 2
<i>Ended</i>	2906,00	1926,00	1844,00
<i>Mean Waiting Time</i>	10,80	1,44	4,73
<i>Mean Travel Time</i>	0,89	0,48	2,18
Mean Speed	8,08	8,73	6,46
<i>Queueing Time</i>	11,00	2,40	36,90
<i>Queueing Length Experimental</i> (m)<5 km/h	24,44	17,87	20,86

Fonte: da Autora (2020).

Pode-se dizer que o tempo de espera no cenário 1 melhorou para os veículos que aguardavam a melhor oportunidade de realizar a manobra na rotatória, e também para os veículos que aguardavam sua vez para a travessia da Rua Coronel Müssnich para a Rua Coronel Brito.

Para o cenário 2 onde foi realizado as simulações com semáforos, não foram realizadas mais simulações com tempos diferentes dos citados pois, a partir da

verificação dos resultados satisfatórios no cenário 1, que não exige investimento em sistema semafórico, acredita-se que este seria mais viável pelo menor custo financeiro. Vale lembrar que a implantação de semáforo tem um custo elevado, e o cenário 1 atende perfeitamente o local de estudo.

4.3.1 Análise do cenário atual

Como este local à rotatória não é preferencial, e sim a preferencial é a Rua Coronel Müssnich pode-se observar que o tempo de espera para os veículos nos cruzamentos é de 10,80 minutos, já o tempo de viagem é de 0,89 minutos para os veículos que aguardam na rotatória e na Rua Coronel Brito.

4.3.2 Análise do cenário 1

Para o cenário 1 onde a rotatória é preferencial praticamente em todos os parâmetros tornando-se satisfatório observando que o tempo de espera diminui em relação ao cenário atual chegando a 1,44 minutos, como também o tempo de viagem que foi para 0,48 minutos, considerando assim o melhor cenário.

4.3.3 Análise do cenário 2

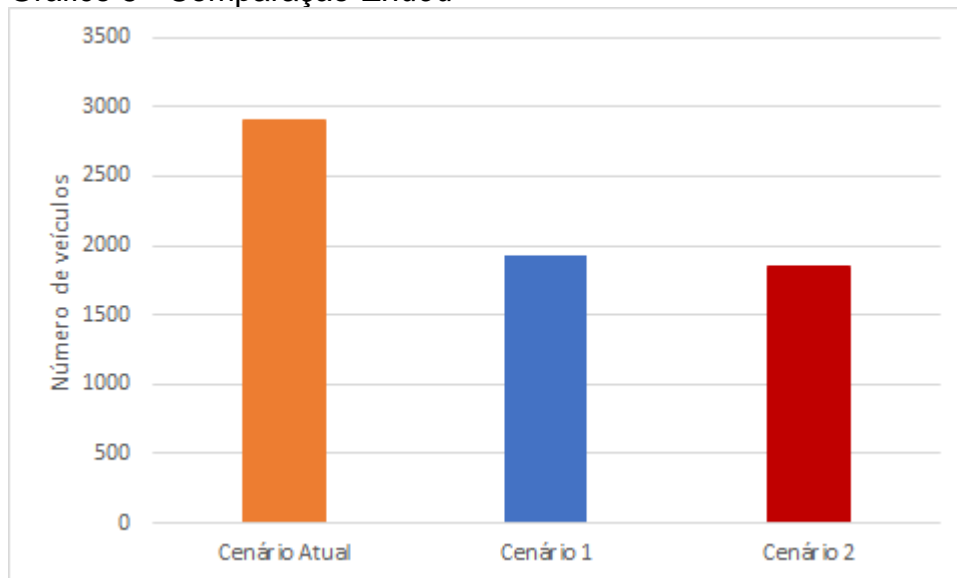
Os valores para o cenário 2 apresenta uma piora em alguns os parâmetros importantes em relação ao cenário 1 e teve uma melhora em relação ao cenário atual, sendo está uma alternativa não satisfatória, comprovando o estudo realizado pela prefeitura do município no Anexo C, conforme os dados obtidos pela secretaria de trânsito do município, a média de acidentes nos meses de janeiro a maio de 2020 é de 1,4, segundo o CONTRAN (2014) a média é de menos que 4 acidentes anuais para que não seja necessária a implantação semafórica. Salientando que as informações obtidas pela secretaria de trânsito foram somente de 5 meses em função de problemas nos servidores.

4.4 Comparação dos cenários analisados

Para um melhor entendimento foram gerados gráficos para cada um dos parâmetros analisados.

Ao comparar os resultados pode-se perceber que o cenário 1 onde é considerado a rotatória como sendo a preferencial, o cenário melhorou em comparação ao cenário 2 e em relação ao cenário atual, também a uma melhora no cenário 2 em relação ao cenário atual.

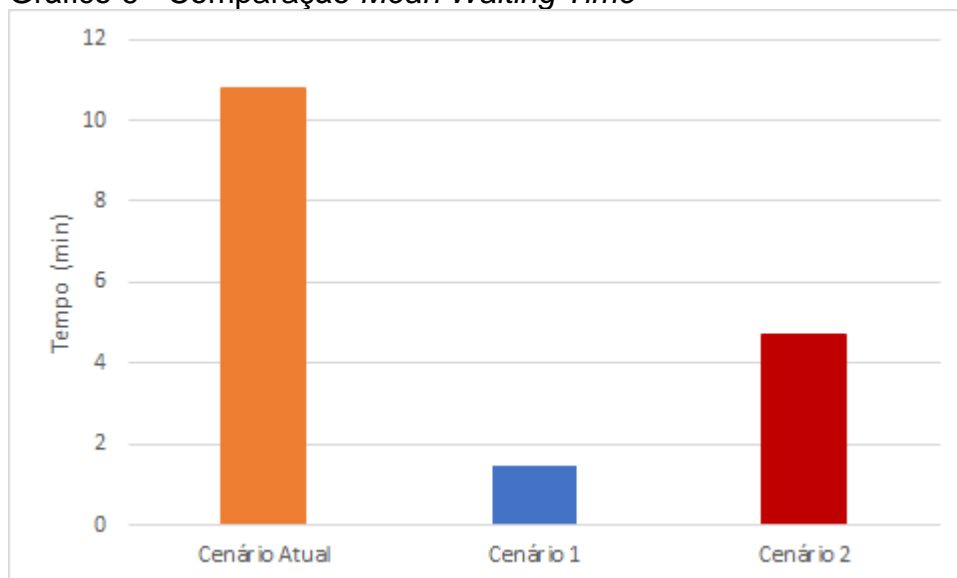
Gráfico 5 - Comparação *Ended*



Fonte: da Autora (2020).

No Gráfico 5 analisa-se uma queda de 33,7% no cenário 1 em relação ao cenário atual e para o cenário 2 em relação ao cenário atual há uma queda de 36,54% para os veículos que conseguiram chegar ao seu destino.

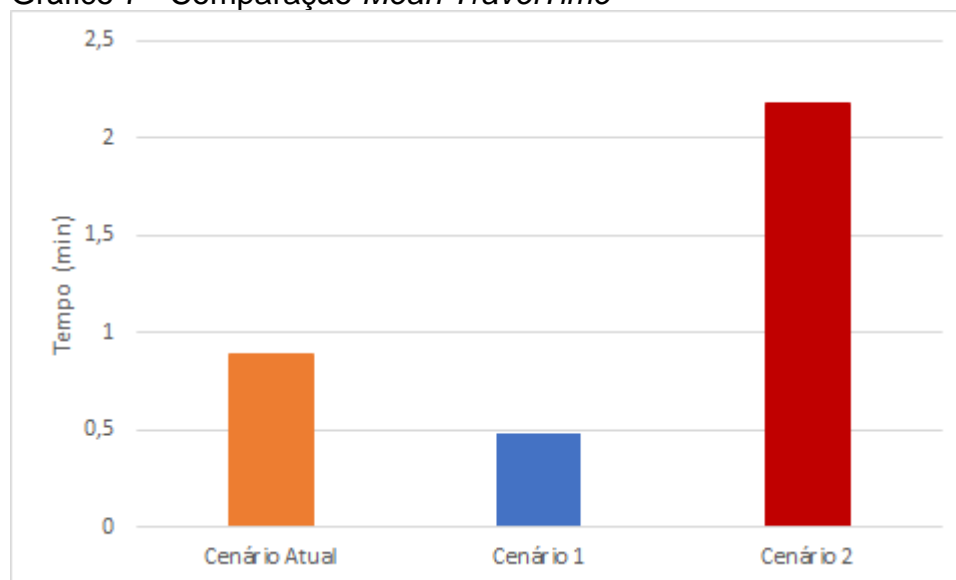
Gráfico 6 - Comparação *Mean Waiting Time*



Fonte: da Autora (2020).

Para o Gráfico 6, o tempo médio de espera há uma redução de 86,6% no cenário 1 em relação ao cenário atual, e uma também uma redução de 56,2% no cenário 2 em relação ao cenário atual.

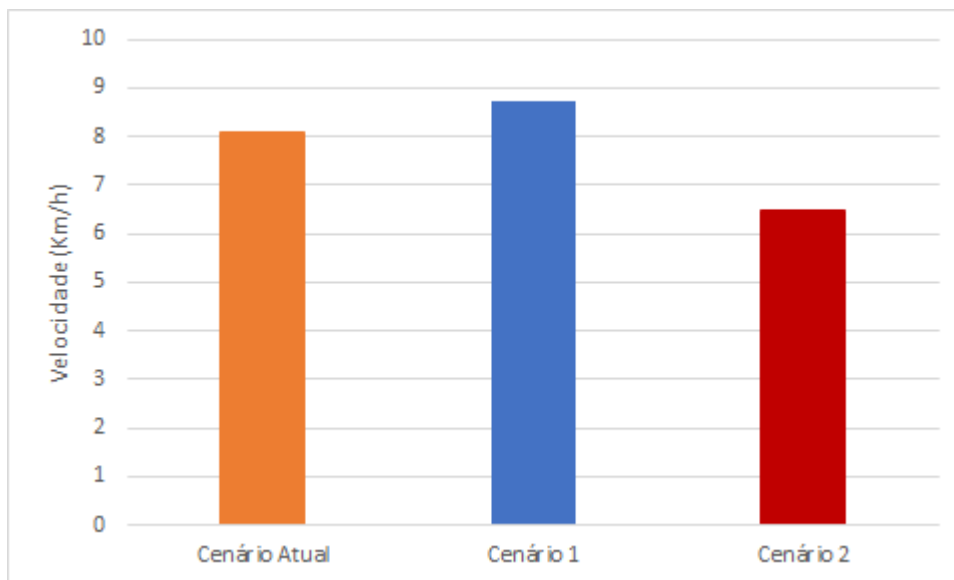
Gráfico 7 - Comparação *Mean TravelTime*



Fonte: da Autora (2020).

Já no Gráfico 7 o tempo de viagem o cenário 1 teve uma redução de 46,3% em relação ao cenário atual e o cenário 2 teve um aumento de 144,99% em relação ao cenário atual, esse aumento ocorre pelo tempo que os veículos ficam parados com o sinal vermelho do semáforo.

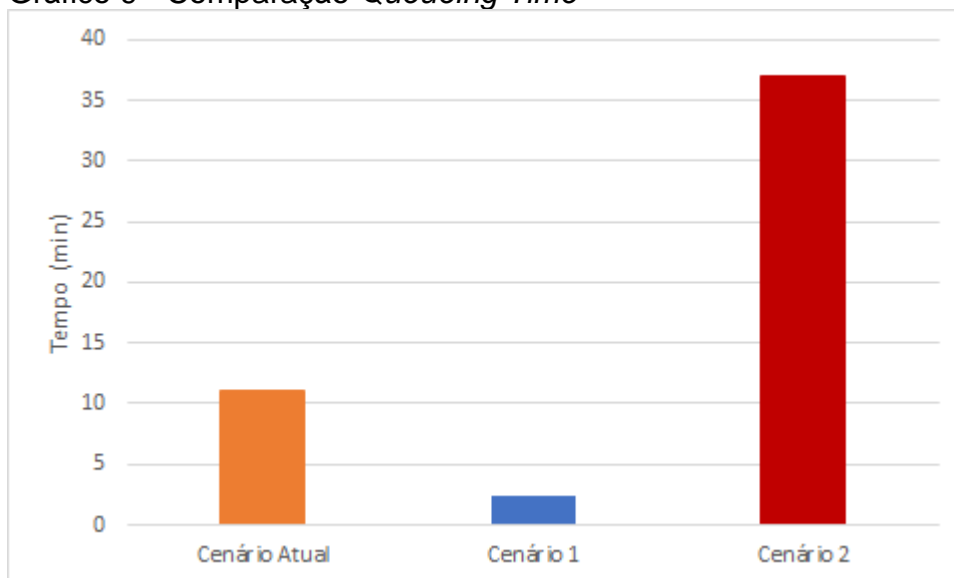
Gráfico 8 - Comparação *Mean Speed*



Fonte: da Autora (2020).

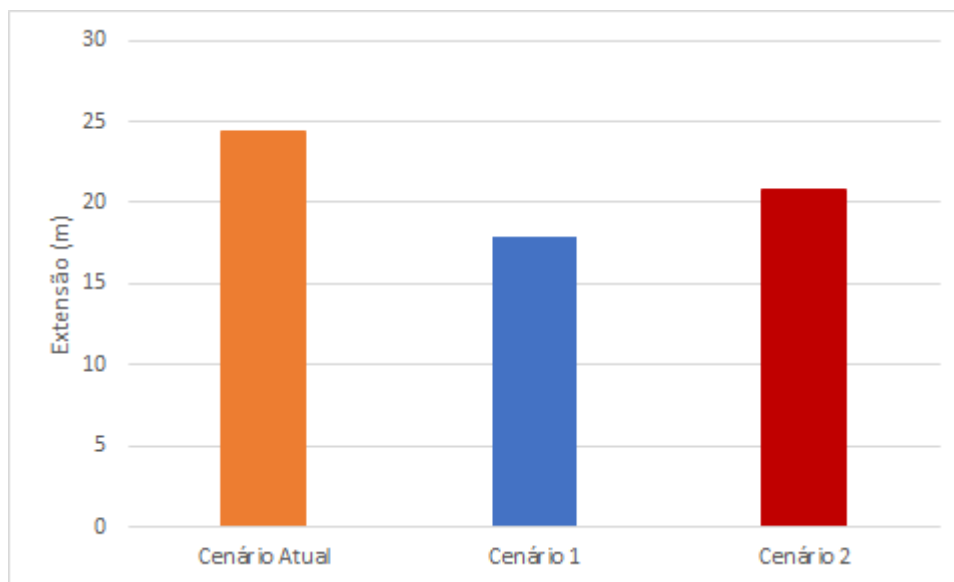
Já no Gráfico 8 a velocidade média teve um aumento de 8.72% no cenário 1 em relação ao cenário atual, já no cenário 2 em relação ao cenário atual teve uma redução de 20%.

Gráfico 9 - Comparação *Queueing Time*



Fonte: da Autora (2020).

Para o Gráfico 9 o tempo na fila teve uma redução de 78% no cenário 1 em relação ao cenário atual, e no cenário 2 teve um aumento de 236% em relação ao cenário atual.

Gráfico 10 - Comparação *Queueing Length Experimental*

Fonte: da Autora (2020).

Em comparação no Gráfico 10 os parâmetros apresentaram uma redução no comprimento das filas de veículos andando a uma velocidade inferior a 5 km/h com 26,9% no cenário 1 em relação ao cenário atual, e para o cenário 2 a redução foi de 14,66% em relação ao cenário atual.

Os resultados analisados se mostram favoráveis ao cenário 1, sendo que o mesmo se mostrar satisfatório em quase todos os parâmetros, o fluxo de veículos flui normalmente somente com a utilização da rotatória sendo preferencial. Ainda mostra que o estudo realizado pela Prefeitura de Estrela/RS que em partes é compatível com o estudado, porém existe sim a possibilidade do cenário 2 a implantação semaforica em contratempo com um custo mais elevado, mas não há necessidade de descarte na proposta.

5 CONCLUSÕES

O estudo presente teve como principal objetivo analisar um cenário para a melhoria do tráfego de uma região central da cidade de Estrela/RS, por meio de simulações com o *software* SUMO. Com finalidade de atingir o objetivo, foi necessário um estudo na mobilidade urbana e simulação de tráfego.

Buscou-se apresentar a importância das simulações computacionais e um Engenheiro de Tráfego, permitindo analisar situações antes da sua implantação, a fim de evitar problemas como o mal dimensionamento de uma via, de um controle adequado em projetos.

Após a coleta e organização de todos os dados necessários para criar o cenário atual, pode-se criar o cenário proposto no *software* de simulação e comparar os dados de saída.

Desta forma foi possível analisar que a melhor alternativa para o estudo realizado é o cenário 1 evidenciando a rotatória ser preferencial como citado no item 2.3.1 Legislação para rotatória, onde todos os parâmetros são satisfatórios para o mesmo, melhorando o tempo de espera dos veículos, e dando uma melhor fluidez no local em todos os sentidos.

Porém por outro lado não se pode descartar a possibilidade do cenário 2 a implantação semaforica, pelo fato que houve melhoras em alguns parâmetros em relação ao cenário atual.

5.1 Recomendação para trabalhos futuros

Como recomendação a trabalhos futuros, sugere-se a realização das contagens dos veículos num período de, no mínimo, 4 meses, como cita o CONTRAN (2014). Seria de grande valia a realização das contagens de pedestres e a contagem dos veículos que transitam na Rua Marechal Floriano e, ainda, que tenha o auxílio de mais uma pessoa nas filmagens para ter o registro dos veículos da Rua Marechal Floriano.

REFERÊNCIAS

AKISHINO, Pedro. **Introdução à Engenharia de Tráfego**. Universidade Federal do Paraná, 2011.

BALBO, José. T. **Pavimentação Asfáltica: Materiais, Projeto e Restauração**/ José Tadeu Balbo: 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

BARCELÓ, J. **Fundamentals of Traffic Simulation, International Series in Operations Research & Management Science**. Springer Science Business Media. 2010.

BARRETO, Jorge Barbosa; PORTO, César Henrique de Queiroz. **MOBILIDADE URBANA, ACESSIBILIDADE E SEGURANÇA NO TRÂNSITO PARA POPULAÇÃO IDOSA EM MONTES CLAROS – MG**. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Dialnet-MobilidadeUrbanaAcessibilidadeESegurancaNoTransito-5761485.pdf>. Acesso em: 26 set. 2019.

BEHRISCH, M., BIEKER, L., ERDMANN, J., KRAJZEWICZ, D. **SUMO – Simulation of Urban Mobility**. In Proc. of The Third International Conference on Advances in System Simulation, 2011.

COELHO, Juliana Carla; FREITAS, Jurislene Araújo; MOREIRA, Maria Elisabeth Pinheiro. **Implantação semafórica são medidas eficazes para a redução de acidentes de trânsito? O caso de Fortaleza-CE**. 2008. 8 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará – Ufc, Fortaleza, 2008. Disponível em: <https://www.sinaldetransito.com.br/artigos/semaforos_x_acidentes.pdf>. Acesso em: 26 set. 2019.

CONTRAN. **Volume V – Sinalização Semafórica. Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito**, 2014.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO. **SINALIZAÇÃO VERTICAL DE REGULAMENTAÇÃO**: Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. 1 ed. [s.l]: Contran, 2007. 222 p. Disponível em:

DOURADO, Letícia de Negreiro et al. **Ensino de Engenharia de Tráfego com apoio de softwares de simulação**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 44., 2016, Natal. **Artigo**. São Paulo: Cobenge, 2016. p. 1 - 10.

Disponível em:

<https://www.mackenzie.br/fileadmin/OLD/62/ARQUIVOS/PUBLIC/user_upload/_imported/fileadmin/LABGEO/Trabalhos/Cobenge2016/ENSINO_DE_ENGENHARIA_DE_TRAFEGO_COM_APOIO_DE_SOFTWARES_DE_SIMULACAO.pdf>. Acesso em: 27 set. 2019.

ESTRELA - RIO GRANDE DO SUL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Frota de veículos**. 2018. Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/pesquisa/22/28120?tipo=ranking&localidade1=430780&indicador=28133&ano=2018>>. Acesso em: 18 set. 2019.

FLORIANI, Eduardo Gregório. **Análise de propostas para melhoria do tráfego de uma região central utilizando o software de simulação SUMO**. 2017. 79 f. Trabalho de conclusão (Graduação em Engenharia de Transportes e Logística) - Curso de Engenharia de Transportes e Logística, Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2017. Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/177053/Analise_de_propostas_para_melhoria_do_trafego_de_uma_regiao_central_utilizando_o_software_de_simulacao_sumo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 5 jun. 2020.

HALLMANN, Henrique Veira. **Comparação entre softwares simuladores de trânsito**. 2011. 103 f. Trabalho de conclusão (Graduação em Ciências da Computação) – Curso de Ciências da Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em:

<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/36891/000819131.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 26 out. 2019.

HOEL, Lester A.; GARBER Nicholas J.; SADEK, Adel W. Tradução All Tasks; revisão técnica Carlos Alberto Bandeira Guimarães. **Engenharia de infraestrutura de transportes**. Rio de Janeiro: Cengage Learning, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).

Cidades:Estrela. 2017 Disponível em:

<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/bom-retiro-do-sul/panorama>>. Acesso em 05 mai. 2019.

INSTITUTO DE PESQUISAS RODOVIÁRIAS. **MANUAL DE PROJETO DE INTERSEÇÕES**: Manual de projeto de interseções. 2 ed. Rio de Janeiro: Ipr, 2005. 528 p. Disponível em:
 <http://www1.dnit.gov.br/ipr_new/...%5Carquivos_internet%5Cipr%5Cipr_new%5Cmanuais%5CMANUAL_DE_PROJETO_DE_INTERSECOES_Versao_Final.pdf>.
 Acesso em: 10 out. 2019.

LEITE, Daiane della Libera. **Análise de intervenção viária no bairro Kayser em Caxias do Sul/RS através de simulações de tráfego**. 2018. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade de Caxias do Sul - Ucs, Caxias do Sul, 2018.

LIMA, Camila. **Uso de Simulador de Tráfego para análise de intersecção na Av.Humberto Alencar Castelo Branco com Estrada Samuel Aizemberg**. 2012. 133 f. Trabalho de conclusão (Graduação em Engenharia Civil) – Curso de Engenharia Civil, Centro Universitário Fei, São Bernardo do Campo, 2011. Disponível em:
 <<https://www.sinaldetransito.com.br/artigos/lisa.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2019.

LUZA, Lucas Andreola.; ROLDO, Lucas Zorzan. **Estudo para melhoria de tráfego do cruzamento das ruas Guarani e Nereu Ramos na cidade de Pato Branco-PR através de análise de implantação semafórica**. 2013. 106 f. Trabalho de conclusão (Graduação em Engenharia Civil) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2013. Disponível em:
 <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1483/1/PB_DACOC_2013_1_10.pdf>. Acesso em: 28 set. 2019.

MACEDO, Joaquim; BENTA, Agostinho. **Seleção da tipologia de uma intersecção utilizando um simulador microscópico de tráfego – um estudo de caso**. Aveiro: Universidade de Aveiro, Departamento de Engenharia Civil. Portugal, 2013.

Manual Brasileiro de Sinalização de Trânsito. Rio de Janeiro: CONTRAN, 2014. v. V 309 P. Disponível em:
 <[file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Volume%20V%20-%20Manual%20de%20Sinaliza%C3%A7%C3%A3o%20Semaf%C3%B3rica%20-%20CONTRAN%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Volume%20V%20-%20Manual%20de%20Sinaliza%C3%A7%C3%A3o%20Semaf%C3%B3rica%20-%20CONTRAN%20(3).pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2019.

NAZARETH, Veridianne Soares; SOUSA, Luiz Afonso Penha de; RIBEIRO, Paulo Cezar Martins. **Análise comparativa entre simuladores de fluxo de tráfego**. 2015. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.riodetransportes.org.br/wp-content/uploads/artigo18.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2019.

NORONHA, Henrique Dela Bruna. **Estudo comparativo de dois micros simuladores de tráfego - AIMSUN E VISSIM**. 2016. 144 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/164574/TCC-Estudo_Comparativo_de_dois_Microsimuladores_de_Trafego-AIMSUN-VISSIM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 out. 2019.

OLIVEIRA, Francieli de Fátima de; GRANDO, Mara Lucia; BELUSSO Marcel; BUENO, Stefan Antônio. **Análise de teoria das filas: Sistema de filas de um serviço de pronto atendimento**. 2017. 10 f. Artigo (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso Engenharia da Produção, Unidade Central de Educação Faem Faculdade, Chapecó, 2017. Disponível em: <[file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/88-49-165-1-10-20170816%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/88-49-165-1-10-20170816%20(2).pdf)>. Acesso em: 02 nov. 2019.

PAULA, Marlene de; BARTELT, Dawid Danilo. **MOBILIDADE URBANA NO BRASIL: DESAFIOS E ALTERNATIVAS**. 2016. Disponível em: <https://br.boell.org/sites/default/files/mobilidade_urbana_boll_brasil_web_.pdf>. Acesso em: 29 set. 2019.

RAIA JR, Archimedes A.; ROBLES, Daniel G.; BARBATO, Christiana M. L.; FONTANA M. Adriane. **Aspectos de segurança de pedestres em rotatórias urbanas**. 2º Congresso de Engenharia de Moçambique. Maputo: CLME 2008. Disponível em: <<http://redpgv.coppe.ufrj.br/index.php/pt-BR/producao-da-rede/artigos-cientificos/2008-1/360-archimedes-seg-pedestre-eng-mocambique-20/file>>. Acesso em: 25 set. 2019.

Robinson, Bruce W. **Roundabouts: An Informational Guide**. 2000. Disponível em: Acessado em: 20 set. 2020.

SCHUSTER, Fernanda Pivato. **O uso adequado de rotatórias como agente redutor da acidentalidade no trânsito**. 2013. Disponível em: <http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/10/07/96FB1A2D-43D2-4261-866C-F1A334AE7C2A.pdf>. Acesso em: 21 out. 2019.

SILVA, Paulo Cesar Marques; TYLER, Nick. **Sobre a validação de modelos microscópicos de simulação de tráfego**. Transportes, Campinas, v. 10, n. 1, p. 49-64, 2002. Disponível em: <file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/162-585-1-PB.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019.

VASCONCELLOS, Eduardo A. **Mobilidade urbana e cidadania**. Rio de Janeiro: SENAC Nacional, 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Planilha do dia 03/03/2020

Período:	Manhã					Período:	Manhã					Período:	Manhã					Período:	Manhã				
Sentido:	Coronel Müssnich					Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito					Sentido:	Coronel Müssnich → Rótula					Sentido:	Centro → Coronel Brito				
Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020				
Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00					Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00					Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00					Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00				
Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP
07:15	65	7	4	8	90	07:15	9	0	0	2	11	07:15	9	0	0	2	11	07:15	31	1	0	1	34
07:30	112	12	6	13	152	07:30	4	0	0	3	7	07:30	1	0	0	3	4	07:30	54	3	1	4	64
07:45	97	11	6	11	134	07:45	1	1	0	3	6	07:45	4	0	0	4	8	07:45	47	2	1	3	55
08:00	48	5	3	6	66	08:00	0	0	0	0	0	08:00	0	0	0	1	1	08:00	23	1	1	1	27
Período:	Tarde					Período:	Tarde					Período:	Tarde					Ponto:	2				
Sentido:	Coronel Müssnich					Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito					Sentido:	Coronel Müssnich → Rótula					Sentido:	Centro → Coronel Brito				
Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020				
Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30					Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30					Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30					Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30				
Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP
17:45	72	4	1	17	97	17:45	5	0	1	1	8	17:45	3	0	1	3	8	17:45	20	2	1	5	30
18:00	127	6	3	29	170	18:00	7	1	0	4	13	18:00	4	1	0	2	8	18:00	35	0	0	9	44
18:15	109	5	2	25	145	18:15	6	0	1	4	12	18:15	9	0	1	4	15	18:15	29	1	1	8	40
18:30	54	3	1	13	73	18:30	5	0	0	2	7	18:30	0	1	0	2	4	18:30	15	1	0	4	21
Período:	Manhã					Período:	Manhã					Período:	Manhã					Período:	Manhã				
Sentido:	Bairro(RC) → Centro					Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Rótula					Sentido:	Coronel Brito(D) → Coronel Mussinuch					Sentido:	Coronel Brito(e) → Coronel mussinch				
Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020				
Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00					Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00					Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00					Turno:	Terça-feira 7:00 - 8:00				
Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP
07:15	58	7	3	8	81	07:15	4	0	0	2	6	07:15	13	0	0	0	13	07:15	35	5	0	1	44
07:30	101	11	6	14	141	07:30	4	0	0	2	6	07:30	23	2	2	0	29	07:30	62	8	2	2	79
07:45	87	10	5	12	122	07:45	1	1	0	3	6	07:45	19	2	0	1	23	07:45	53	7	0	1	65
08:00	43	5	3	6	61	08:00	2	0	0	1	3	08:00	10	1	0	0	12	08:00	26	4	1	0	34
Ponto:	2					Período:	Tarde					Ponto:	2					Ponto:	1				
Sentido:	Bairro(RC) → Centro					Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Rótula					Sentido:	Coronel Brito(D) → Coronel Mussinuch					Sentido:	Coronel Brito(e) → Coronel mussinch				
Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020					Dia:	03/03/2020				
Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30					Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30					Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30					Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30				
Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP	Hora:	Auto	Ônibus	Caminhão	Moto	UCP
17:45	61	3	2	10	79	17:45	0	0	1	3	5	17:45	6	0	0	0	6	17:45	35	4	0	1	42
18:00	107	0	4	18	131	18:00	2	0	0	4	6	18:00	11	0	0	1	12	18:00	29	2	0	4	36
18:15	91	2	1	15	111	18:15	4	0	1	4	10	18:15	9	1	0	0	11	18:15	20	0	0	4	24
18:30	46	0	0	7	53	18:30	3	0	0	2	5	18:30	5	0	0	0	5	18:30	15	1	0	1	18

Fonte: da Autora (2020).

APÊNDICE B - Planilha do dia 06/03/2020

Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã
Sentido:	Coronel Müssnich	Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito	Sentido:	Coronel Müssnich → Rótula	Sentido:	Centro → Coronel Brito
Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020
Turno:	Sexta-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Sexta-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Sexta-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Sexta-feira 07:00 - 08:00
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
07:15	71 6 4 8 94	07:15	7 0 1 4 13	07:15	6 0 0 1 7	07:15	19 1 2 3 27
07:30	124 10 8 14 165	07:30	5 0 0 1 6	07:30	9 0 0 1 10	07:30	34 2 0 5 42
07:45	107 9 7 12 143	07:45	4 0 0 2 6	07:45	5 0 1 1 8	07:45	15 3 2 1 24
08:00	53 4 3 5 69	08:00	3 0 0 0 3	08:00	2 0 0 0 2	08:00	18 0 1 4 24
Período:	Tarde	Período:	Tarde	Período:	Tarde	Período:	Tarde
Sentido:	Coronel Müssnich	Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito	Sentido:	Coronel Müssnich → Rótula	Sentido:	Centro → Coronel Brito
Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020
Turno:	Sexta-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:15 - 18:15	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
17:45	46 1 1 4 53	17:45	8 0 0 0 8	17:45	8 0 0 1 9	17:45	35 1 1 4 42
18:00	81 0 3 8 94	18:00	9 0 0 0 9	18:00	9 0 0 0 9	18:00	19 2 0 3 25
18:15	69 0 1 7 78	18:15	9 0 0 1 10	18:15	9 0 0 0 9	18:15	27 0 1 0 29
18:30	35 4 0 3 44	18:30	7 0 0 0 7	18:30	7 0 0 0 7	18:30	15 2 1 2 22

Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã
Sentido:	Coronel Müssnich → Centro	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Rótula	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (D)	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (E)
Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020
Turno:	Sexta-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Sexta-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Sexta-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Sexta-feira 07:00 - 08:00
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
07:15	77 4 2 7 93	07:15	7 0 0 2 8	07:15	11 0 0 0 11	07:15	53 1 1 0 3 58
07:30	135 7 4 11 163	07:30	4 0 0 1 5	07:30	18 1 0 2 22	07:30	30 0 2 6 39
07:45	115 6 2 10 137	07:45	3 0 0 2 5	07:45	16 0 1 3 21	07:45	45 3 4 6 62
08:00	58 4 0 5 69	08:00	2 0 0 0 2	08:00	8 0 0 3 11	08:00	23 1 1 2 28
Período:	Tarde	Período:	Tarde	Período:	Tarde	Período:	Tarde
Sentido:	Coronel Müssnich → Centro	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Rótula	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (D)	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (E)
Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020	Dia:	06/03/2020
Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
17:45	65 3 2 7 80	17:45	8 0 1 0 10	17:45	8 0 0 0 8	17:45	22 0 0 0 4 22
18:00	113 6 4 12 140	18:00	2 2 0 0 5	18:00	12 0 0 4 16	18:00	35 3 0 0 4 44
18:15	97 5 2 9 117	18:15	3 0 0 1 4	18:15	15 2 0 0 18	18:15	30 0 1 4 36
18:30	48 3 0 4 57	18:30	2 2 0 0 5	18:30	7 0 0 0 7	18:30	16 2 0 1 20

Fonte: da Autora (2020).

APÊNDICE C - Planilha do dia 10/03/2020

Período:	Manhã	Ponto:	Manhã	Ponto:	Manhã	Ponto:	Manhã
Sentido:	Coronel Müssnich	Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito	Sentido:	Coronel Müssnich → Rótula	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Coronel Brito
Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020
Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
07:15	75 4 0 9 90	07:15	6 0 0 2 8	07:15	5 0 0 2 7	07:15	27 5 2 5 43
07:30	130 6 1 13 154	07:30	3 0 0 3 6	07:30	4 0 0 3 7	07:30	40 0 0 4 44
07:45	92 3 4 15 118	07:45	7 0 0 4 11	07:45	2 0 0 2 4	07:45	39 4 1 8 55
08:00	76 3 8 5 98	08:00	3 0 0 4 7	08:00	0 0 0 1 1	08:00	30 0 1 7 39
Ponto:	Tarde	Ponto:	Tarde	Ponto:	Tarde	Ponto:	Tarde
Sentido:	Coronel Müssnich	Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito	Sentido:	Coronel Müssnich → Rótula	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Coronel Brito
Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020
Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
17:45	39 2 1 7 51	17:45	4 0 0 2 6	17:45	5 0 0 3 8	17:45	18 1 0 4 24
18:00	60 4 4 5 77	18:00	3 1 0 1 6	18:00	2 0 0 2 4	18:00	30 3 2 4 42
18:15	40 1 1 11 54	18:15	4 1 0 3 9	18:15	7 0 0 2 9	18:15	25 0 0 3 28
18:30	55 2 1 10 70	18:30	1 1 0 2 5	18:30	3 0 0 3 6	18:30	18 1 0 2 22
Ponto:	Manhã	Ponto:	Manhã	Ponto:	Manhã	Ponto:	Manhã
Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Centro	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Rótula	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (D)	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (E)
Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020
Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
07:15	83 6 1 13 107	07:15	4 0 0 2 6	07:15	23 0 0 4 27	07:15	40 1 3 4 50
07:30	140 2 0 15 158	07:30	0 0 0 1 1	07:30	10 0 1 0 12	07:30	50 0 2 6 59
07:45	100 0 4 8 114	07:45	1 0 0 2 3	07:45	11 0 0 1 12	07:45	54 0 0 6 60
08:00	89 4 3 7 107	08:00	1 0 0 2 3	08:00	13 0 0 2 15	08:00	37 4 1 5 50
Ponto:	Tarde	Ponto:	Tarde	Ponto:	Tarde	Ponto:	Tarde
Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Centro	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Rótula	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (D)	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (E)
Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020	Dia:	10/03/2020
Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
17:45	81 4 1 13 102	17:45	7 0 0 2 9	17:45	6 0 0 2 8	17:45	35 4 0 3 44
18:00	70 3 3 12 91	18:00	4 0 0 3 7	18:00	8 0 0 1 9	18:00	27 2 1 6 38
18:15	46 4 1 7 61	18:15	8 0 0 1 9	18:15	4 0 1 2 8	18:15	20 0 0 2 22
18:30	37 3 0 5 47	18:30	0 0 0 0 0	18:30	7 0 0 0 7	18:30	15 1 0 5 22

Fonte: da Autora (2020).

APÊNDICE D - Planilha do dia 13/03/2020

Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã
Sentido:	Coronel Müssnich	Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito	Sentido:	Coronel Müssnich → Rótula	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Coronel Brito
Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020
Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
07:15	59 3 2 7 74	07:15	7 0 0 0 7	07:15	1 0 0 0 1	07:15	18 4 0 4 28
07:30	104 4 4 13 129	07:30	6 0 0 1 7	07:30	0 0 0 1 1	07:30	31 1 0 5 38
07:45	89 4 4 11 112	07:45	3 0 0 0 3	07:45	4 0 0 0 4	07:45	27 1 1 4 34
08:00	44 2 2 5 55	08:00	1 2 0 0 4	08:00	2 0 0 0 2	08:00	13 1 0 4 19
Período:	Tarde	Período:	Tarde	Período:	Tarde	Período:	Tarde
Sentido:	Coronel Müssnich	Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito	Sentido:	Coronel Müssnich → Rótula	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Coronel Brito
Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020
Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
17:45	52 3 2 14 74	17:45	8 1 0 3 13	17:45	7 0 0 3 10	17:45	20 1 0 3 25
18:00	78 5 1 16 103	18:00	5 0 0 4 9	18:00	4 0 0 4 8	18:00	35 3 2 5 48
18:15	39 2 0 9 51	18:15	6 2 0 4 13	18:15	5 2 0 4 12	18:15	30 1 0 2 34
18:30	91 4 1 7 106	18:30	7 0 0 4 11	18:30	2 0 0 2 4	18:30	15 1 0 2 19
Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã
Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Centro	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Rótula	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (D)	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (E)
Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020
Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
07:15	91 6 1 6 108	07:15	0 0 0 0 0	07:15	8 0 0 1 9	07:15	40 1 0 3 45
07:30	78 3 2 10 96	07:30	1 0 0 0 1	07:30	14 0 0 1 15	07:30	34 4 0 5 45
07:45	52 2 0 9 64	07:45	0 0 0 1 1	07:45	12 0 0 2 14	07:45	23 2 1 4 32
08:00	39 5 0 4 51	08:00	0 0 0 0 0	08:00	6 0 0 0 6	08:00	17 0 0 2 19
Período:	Tarde	Período:	Tarde	Período:	Tarde	Período:	Tarde
Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Centro	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Rótula	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (D)	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (E)
Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020	Dia:	13/03/2020
Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30	Turno:	Terça-feira 17:30 - 18:30
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
17:45	87 3 4 13 111	17:45	5 1 0 3 10	17:45	10 0 0 4 14	17:45	21 0 0 4 25
18:00	101 6 4 10 126	18:00	6 0 0 3 9	18:00	16 0 0 5 21	18:00	34 2 0 7 44
18:15	43 4 1 17 68	18:15	4 2 0 2 9	18:15	14 1 0 1 17	18:15	29 0 0 6 35
18:30	58 7 2 10 82	18:30	2 0 0 2 4	18:30	7 0 0 0 7	18:30	15 1 0 3 20

Fonte: da Autora (2020).

APÊNDICE E - Planilha do dia 17/03/2020

Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã
Sentido:	Coronel Müssnich	Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito	Sentido:	Coronel Müssnich → Coronel Brito	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Coronel Brito
Dia:	17/03/2020	Dia:	17/03/2020	Dia:	17/03/2020	Dia:	17/03/2020
Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
07:15	118 4 6 9 142	07:15	6 0 0 2 8	07:15	5 1 0 2 9	07:15	47 2 2 2 55
07:30	101 8 5 16 137	07:30	7 0 0 4 11	07:30	4 0 0 3 7	07:30	27 4 0 4 37
07:45	67 7 2 13 94	07:45	3 0 0 3 6	07:45	2 0 0 2 4	07:45	40 3 0 3 48
08:00	51 3 3 7 67	08:00	3 0 0 4 7	08:00	7 0 0 1 8	08:00	20 1 0 1 23
Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã	Período:	Manhã
Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Centro	Sentido:	Coronel Müssnich (SO) → Rótula	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (D)	Sentido:	Coronel Brito → Coronel Müssnich (E)
Dia:	17/03/2020	Dia:	17/03/2020	Dia:	17/03/2020	Dia:	17/03/2020
Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00	Turno:	Terça-feira 07:00 - 08:00
Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP	Hora:	Auto Ônibus Caminhão Moto UCP
07:15	70 7 0 16 97	07:15	3 0 0 0 3	07:15	13 0 0 1 14	07:15	41 0 2 5 49
07:30	123 3 6 14 151	07:30	3 0 0 1 4	07:30	19 1 0 2 23	07:30	71 2 4 9 89
07:45	106 5 4 9 129	07:45	0 0 1 0 2	07:45	22 0 0 1 23	07:45	70 0 3 7 82
08:00	53 2 1 7 65	08:00	0 0 0 1 1	08:00	9 0 0 0 9	08:00	30 2 1 4 39

Fonte: da Autora (2020).

APÊNDICE F - Rotas

```

1 <!--routes-->
2
3 <vType id="Moto" accel="6.0" decel="5.0" length="2" minGap="2.5" maxSpeed="08"/>
4 <vType id="Carro" length="5.0" minGap="2.5" maxSpeed="20"/>
5 <vType id="Caminhao" vClass="truck" carFollowModel="Krauss" maxSpeed="15"/>
6 <vType id="Onibus" vClass="bus" length="13" maxSpeed="15"/>
7
8 <!--Fluxo1-->
9 <!--Fluxo2-->
10 <!--Fluxo3-->
11 <!--Fluxo4-->
12
13 <!--Fluxo5-->
14 <!--Fluxo6-->
15
16 <!--Fluxo7-->
17 <!--Fluxo8-->
18
19 <!--Fluxo9-->
20 <!--Fluxo10-->
21 <!--Fluxo11-->
22 <!--Fluxo12-->
23
24 <!--Fluxo13-->
25 <!--Fluxo14-->
26 <!--Fluxo15-->
27 <!--Fluxo16-->
28
29 <!--Fluxo17-->
30 <!--Fluxo18-->
31
32 <!--Fluxo19-->
33 <!--Fluxo20-->
34 <!--Fluxo21-->
35
36 <!--Fluxo22-->

```

Fonte: da Autora (2020).

APÊNDICE G - Rotas

```

7
8 <!--Fluxo1-->
9 <!--Fluxo2-->
10 <!--Fluxo3-->
11 <!--Fluxo4-->
12
13 <!--Fluxo5-->
14 <!--Fluxo6-->
15
16 <!--Fluxo7-->
17 <!--Fluxo8-->
18
19 <!--Fluxo9-->
20 <!--Fluxo10-->
21 <!--Fluxo11-->
22 <!--Fluxo12-->
23
24 <!--Fluxo13-->
25 <!--Fluxo14-->
26 <!--Fluxo15-->
27 <!--Fluxo16-->
28
29 <!--Fluxo17-->
30 <!--Fluxo18-->
31
32 <!--Fluxo19-->
33 <!--Fluxo20-->
34 <!--Fluxo21-->
35
36 <!--Fluxo22-->
37 <!--Fluxo23-->
38 <!--Fluxo24-->
39 <!--Fluxo25-->
40
41 </!--routes-->

```

Fonte: da Autora (2020).

ANEXOS

ANEXO A - Notícia do Jornal O informativo

← → ↻ informativo.com.br/geral/comunidade-pede-sinalizacao-para-melhorar-transito-em-cruzamento.296380.jhtml ☆ ⚙️ 👤 ⋮

Capa Notícias Ações e Projetos Meio Ambiente na Escola Cooperar Opinião Assinaturas Comercial Institucional Contato

Comunidade pede sinalização para melhorar trânsito em cruzamento

Tráfego é complicado no encontro da Coronel Brito, Coronel Mussnich e Rua Marechal Floriano

Terça-feira, 02 de Abril de 2019 10:29



Falta de semáforo causa transtorno entre os motoristas que circulam no cruzamento - Cristiano Duarte



Draco, Sema e Repraas realizam maior apreensão de aves do Vale do Taquari
Mais de 200 pássaros silvestres foram apreendidos durante operação



Homem morre após resistir à abordagem da PRF
Vítima foi identificada como Marco Antônio Blau, de 45 anos



Combate ao Covid pode estar na alimentação
Grupo de estudantes descobriu que alguns alimentos podem auxiliar o sistema imunológico a combater o vírus

Fonte: O Informativo (2020).

ANEXO B - Decreto Municipal de Estrela/RS

DECRETO Nº 48, DE 01 DE ABRIL DE 2020.
(Revogado pelo Decreto nº 55/2020)

Reitera a declaração de estado de calamidade pública em todo o território do Município de Estrela para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo COVID-19 (novo Coronavírus), e dá outras providências.

O PREFEITO DE ESTRELA, Estado do Rio Grande do Sul, no uso de suas atribuições legais, conferidas pela vigente **Lei Orgânica**, DECRETA:

Art. 1º Fica reiterado a declaração de estado de calamidade pública em todo o território do Município de Estrela para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo COVID-19 (novo **Coronavírus**).

Art. 2º As autoridades públicas, os servidores e os cidadãos deverão adotar todas as medidas e providências necessárias para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo COVID-19 (novo **Coronavírus**), observado o disposto neste Decreto.

Parágrafo único. São medidas sanitárias, de adoção obrigatória por todos, para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo COVID-19 (novo **Coronavírus**), dentre outras:

GARANTINDO A TRANSPARÊNCIA DAS INFORMAÇÕES

Identifique os serviços prestados aos
Órgãos Públicos

Sistema LeisMunicipais

Fonte: Prefeitura de Estrela/RS (2020).

ANEXO C - Decreto Municipal de Estrela/RS

Seção IV
Da suspensão excepcional e temporária das aulas,

cursos e treinamentos presenciais

Art. 7º Ficam suspensas, diante das evidências científicas e análises sobre as informações estratégicas em saúde, observado o indispensável à promoção e à preservação da saúde pública, para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo COVID-19 (novo **Coronavírus**), com fundamento no art. 3º da Lei Federal nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020, as aulas, cursos e treinamentos presenciais em todas as escolas, autoescolas, faculdades, universidades, públicas ou privadas, municipais, estaduais ou federais, e demais instituições de ensino, de todos os níveis e graus, bem como em estabelecimentos educativos, de apoio pedagógico ou de cuidados a crianças, incluídas as creches e pré-escolas, situadas em todo o território do Município de Estrela.

Parágrafo único. A Secretaria Municipal da Educação estabelecerá, no âmbito das escolas públicas municipais, plano de ensino e medidas necessárias para o cumprimento das medidas de prevenção da transmissão do COVID-19 (novo **Coronavírus**) determinadas neste Decreto.

Seção V
Da interdição excepcional e temporária das praças

Art. 8º Fica determinada, diante das evidências científicas e análises sobre as informações estratégicas em saúde, observado o indispensável à promoção e à preservação da saúde pública, para fins de prevenção e de enfrentamento à epidemia causada pelo COVID-19 (novo **Coronavírus**), com fundamento no art. 3º da Lei Federal nº 13.979, de 6 de fevereiro de 2020, a interdição, excepcional e temporária, de todas as praças, ginásios e espaços de lazer no território do Município de Estrela.

Fonte: Prefeitura de Estrela/RS (2020).